

発 表 論 文 要 旨 集

(昭和63年4月～平成元年3月)

但し、各論文に付けられている数字は防災研究所における整理番号であり、
そのオリジナルは当所に保管されている。

89001

岩田知孝・入倉孝次郎

Source Parameters of the 1983 JAPAN SEA Earthquake Sequence

Journal of Physics of the Earth, Vol. 36 No. 4, 1988年, 155-184頁。

複数の観測点で得られた地震記録を用いて1983年日本海中部地震及び余震の震源パラメータを推定した。前半では、周波数領域に於いて震源特性・伝播経路特性・Local Site Effectを観測記録から分離する方法を示した。得られた伝播経路特性・Local Site Effectを用いて全ての観測された地震の震源スペクトルを求め、精度よい震源パラメータを決定することができた。この結果、地震モーメントが $3 \times 10^{21} \sim 3 \times 10^{26}$ dyn cmの地震では従来から言われている $M_0 \sim f_0^{-3}$ の関係や $\Delta\sigma$ 一定のスケーリング則が成立していることがわかった。後半においては、震源スペクトル・モデルの推定を行った。解析したほとんどの地震は ω^{-2} スペクトル・モデルで説明されるが、地震規模の大きな地震では ω^{-2} モデルよりも高周波スペクトルが卓越するものがあることがわかった。

キーワード： 震源スペクトル・S波・Q値・インバージョン法・地震モーメント

89002

岩田知孝・入倉孝次郎

Prediction of High-frequency Strong Motions based on Heterogeneous Faulting Model

Proc. of 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 2, 1988年, 715-720頁。

強震動予測のために、高周波地震波を用いた震源インバージョン手法を示し、その方法を用いて推定された断層運動を基に、強震動の合成を行った。近地地震波記録に対し、小地震記録をグリーン関数として得られた震源時間関数が、近似的に断層面上の等時曲線上のすべり速度強度の線積分で表せることを示し、多点の震源時間関数の断層面上への逆投影によって、断層面上のすべり速度強度の分布を推定した。この結果、1980年伊豆半島東方沖地震の断層運動は、余震域から推定される断層面上で不均質であったことがわかり、大きなすべり速度をもった領域は、限られた範囲であったことが判った。この不均質な断面運動の分布から、強震動をシミュレートすると、均一分布モデルに基づくものよりも、よく観測記録を説明していることがわかった。

キーワード： インバージョン法・震源過程・応力降下量・強震記録

89003

**Makoto Omura, Kunio Fujimori, Shigeaki Otsuka,
Kajuro Nakamura and Yutaka Tanaka**
**Geodetic Monitoring of the Crustal Movements across the Yamasaki Fault,
Southwest Japan**

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 38, No. 334, 1988, pp. 79-97.

山崎断層をまたいで設けられた有心五辺形（最大辺長 281 m）の安富うすづく基線網で、1975年以来、基線測量、三角測量、三角水準測量による活断層の変位および周辺の地殻変動の監視を行っている。測定精度は一等三角測量に匹敵し、位置決定誤差は 1 mm 以内である。1986年までの11年間の測量結果によれば、網内のひずみ変化は一様ではなく、北東—南西方向にひずみ主軸があるが、網の北東部は圧縮、南西部は伸張である。各辺長の年間ひずみは 1μ strain で、破碎帯のひずみ量の特殊性を示している。網全体が一様に傾動すると仮定すれば、 1μ rad./yr. の西南西方向への永年傾動となり、第四紀変動と調和的で、網全体としては、圧縮されながら傾動している傾向にある。網から震央距離 3 km 以内の $M=3.7, 5.6$ の2つの地震前後では、共通な異常様式がみられ、地震の1, 2年前から面積ひずみの収縮量が増大し、震央と逆方向に傾斜し、地震後面積ひずみは伸張となり、震央方向に傾動する特性がある。

キーワード： 活断層, 測地測量, 地殻変動, 破碎帯, 地震前兆現象

89004

Tagami, T., Lal, N., Sorkhabi, R.B. and Nishimura, S.
**Fission track thermochronologic analysis of the Ryoke Belt and the Median
Tectonic Line, Southwest Japan.**

Jour. Geophys. Res., Vol. 93, 1988, pp. 13705-13715.

中央構造線の活動をみるために、年代決定法の閉鎖温度の低い、アパタイト ($105 \pm 10^\circ\text{C}$: $1^\circ \sim 10^\circ\text{C}/\text{Ma}$) とジルコン ($240 \pm 50^\circ\text{C}$: $10^\circ \sim 100^\circ\text{C}/\text{Ma}$) のフィッション・トラック年代を中央構造線の近くから離れて順次求めた。その結果、58~54 Ma 前では $30^\circ\text{C}/\text{Ma}$ の急速な冷却、54 Ma~現在は $1.7^\circ\text{C}/\text{Ma}$ のゆっくりした冷却をしている。これは等温面が変化しないとする と 58~54 Ma では $1.0 \text{ mm}/\text{yr}$, 54 Ma~現在では $0.06 \text{ mm}/\text{yr}$ の上昇速度となる。ジルコンの年代は中央構造線に近づいても、あまり変化しないが、アパタイトは若い年代を示す。これは断層活動によって発生した熱によるものと考えられる。このことから、東近畿では 29 Ma, 中部地方では 11 Ma で活動が終わっていることを示している。

キーワード： 南部フォッサ地域, 中央構造線, 断層破碎, 上昇速度, フィッション・トラック年代

89005

Torao Tanaka**Correction of excess path delay by water vapor in the troposphere on precise GPS positioning**

Proc. Japanese Symp. on GPS, on Jan.27-29, 1988 at the Hydrographic Dept.
Maritime Safety Agency, 1988, pp. 233-237.

マイクロ波の大気中における伝播遅延量と地表で観測された気温、水蒸気分圧およびウェット項の値（水蒸気による屈折率の変化項）の間の関係を、日本列島各地で行なわれている気象庁のラジオ・ゾンデ定時観測資料を用いて調べた。日本列島上空での水蒸気による伝播遅延は、田中が以前に指摘したように、平均として地表気温の指数関数で表される。概略的に言えば、伝播遅延は地表における水蒸気圧あるいはウェット項に比例しているといえるが、実際にGPSによる観測データの補正を行なうに際しては、やはり地域的な差異とか季節的な特徴を考慮に入れるべきであろう。地表近くにおけるウェット項のみを使用した伝播遅延の補正に関するシミュレーションの例を示す。

キーワード： 地殻変動，GPS，水蒸気，伝播遅延，ラジオ・ゾンデ

89006

古澤 保・竹本修三・尾上謙介・大谷文夫**近畿・中国地方における光波測量**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-1，1988年，9-18頁。

近畿・中国地方の5ヶ所の光波測量用基線網（天ヶ瀬，屯鶴峯，和歌山，鹿野，吉岡）における1968～1987年の測定結果を報告してある。このうち、天ヶ瀬および屯鶴峯における光波測量の測定結果は、それぞれの地域で行われている伸縮計連続観測の結果と定性的には矛盾しない。和歌山市基線網における1975年と1978年との測定結果の間に見られる大きな変化は、1977年8月に和歌山市内で集中的に発生した $M=4.5$ の地震を含む多くの有感地震の活動と関連づけられる可能性もあるが、測定間隔が空きすぎており、この例だけで断定することはできない。鳥取県の鹿野・吉岡基線網については、1983年10月31日に基線網の西方約15～20 kmの位置に発生した $M=6.2$ の地震との関連が注目されたが、この地震の前後の光波測量の測定結果に特に変化はなかった。またこれまでのところ、活断層の運動を裏付けるような変化も見出されていない。

キーワード： 光波測量，伸縮計，測地測量，地殻変動

89007

古澤 保・大谷文夫・寺石真弘・園田保美

日向灘地殻活動総合観測線による地震の検知能力について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 41-46頁。

宮崎地殻変動観測所では1987年3月に日向灘地殻活動総合観測線の設営を完了し、総計7観測点による地震波記録のテレメータ集中記録システムによる集録を実施している。このデータを用いて震源決定を行い、地震活動の空間的検知能力と震源決定精度を検討した。宮崎地殻変動観測所を中心とする半径100 kmの範囲内では $M=2.0$ 程度の地震の震源を決定でき、 $M=2.3$ 以上の地震活動を完全に把握できる。日向灘北部及び豊後水道地域では $M=2$ 級の地震を検知することはできるが、震源決定能力は若干低い。種子島東方海域から一部日向灘南部に至る地域の地震に対する検知能力は非常に低く、 $M=3.3$ の地震でも記録できないものもある。また震源決定精度も悪い。

キーワード： 地殻活動・震源・微小地震・地震観測

89008

和田卓彦・尾上謙介

地すべり地の雑微動の性質

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 29-40頁。

亀の瀬地すべり地域には、地すべりの発生とともに、多くのクラックが生じたことが知られている。この地域で、雑微動観測を実施するについては、これらのクラックの存在が雑微動に影響していることが予想される。このことは簡単な倒立板バネモデルから推測される。実際、地表にクラックが明瞭に見られた地域で雑微動を観測したところ、その2~3 Hzの周波数領域の振幅が卓越し、この波動がクラックと直交する方向に鋭く偏るという特徴が見られた。この観測結果に基づいて、広く亀の瀬地すべり地域で雑微動の観測を行なったところ、潜在的クラック群の存在とその分布する方向が推定され、地すべり運動の流れの様子が推測された。一方、地すべり防止工事が進展して、その雑微動への影響も見られた。深礎工の完成により、大規模な地すべり運動は停止されつつあるが、小規模な地すべり運動の兆候を示す浅いクラック群の発生が雑微動観測から推測された。

キーワード： 微動・地すべり・クラック・倒立板バネモデル・地すべり防止工

89009

重富國宏・橋田匡邦・藤井伸蔵

逢坂山地殻変動観測所における地下水位の連続観測について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 19-28頁。

逢坂山地殻変動観測所では, 地下水位変化と歪変化及び地震発生との関連を知るため, 観測坑道内に深さ 19 m の井戸を掘削し, 1976年12月より地下水位の連続観測を実施してきている。本論文では, 観測の概要を述べたのち, これまでに得られた観測結果のうち日変化及び年周変化について解析し, 以下のことを述べている。1. 地下水位変化は基本的には降水量によって規定されるが, 両者の関係は単純な比例関係ではなく, 長期的な地下水位変化は地下水の平均的流出量からの偏差を反映すること。2. 振幅約 1.0 cm の日変化が記録されるが, この日変化は地球潮汐変化であること。3. 年周変化において, 地下水位変化と歪変化は非常によく対応していること。歪の主軸の時間的变化の解析から, 歪の年周変化は地下水位変化に伴う観測坑道に加わる圧力の変化によること。4. 以上の結果から, 地下水位観測は地殻変動の有力な観測手段であると言えること。

キーワード: 地下水, 伸縮計, 地殻変動, 地震予知

89010

Fumio Ohya

Crustal Movements Related to the Earthquake on March 18, 1987 in Hyuganada.

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 38, No. 355, 1988, pp. 99-114.

1987年3月18日に日向灘中央部で発生した, $M=6.6$ の地震に関連して, 宮崎, 檳峰, 宿毛の各観測所で観測された伸縮記録について報告する。地震前には宮崎の $N1.5^\circ W$ 方向の成分にのみ, 約6時間前より伸びが卓越している。これは降雨の影響によるひずみ変化と重畳している。地震時には, 宮崎, 檳峰では 10^{-6} オーダー, 宿毛では最大 4×10^{-7} のストレイン・ステップが観測された。発震機構から計算した値とは, 宮崎ではほぼ一致したが, 他点では観測値の方がずっと大きい。これらのデータからすべり面の特定はできなかった。地震後の余効変動は, 宮崎が時定数5時間, 継続時間14時間, 他点ではもっとも短く, 震源での変動を直接観測したものではない。粘性率に換算すると宮崎で 10^{15} poise に相当する。また局所的な現象と考えられる上記とは逆向きのクリープが地震の直後1時間程度, いくつかの成分にのみ, 認められた。

キーワード: 日向灘地震, ストレイン・ステップ, 余効変動, 断層モデル

89011

Torao Tanaka, Masaaki Kato and Yoshinobu Hosoi**Monitoring of crustal movements in the Kii Peninsula, southwestern Japan**

Journal of Geodynamics, No. 9, 1988, pp. 247-257.

和歌山県の由良および三重県の紀州両観測室において、1983年以来水管傾斜計および伸縮計によって観測された結果からそのパワースペクトル密度を計算した。紀州におけるスペクトル密度はとくに低周波数領域において由良より小さく、紀州観測室がより好適な条件にあることを示している。両観測室における N89°E 方向の傾斜について、その相互共分散を計算すると、紀州における lag 時間を大きくすると増加する傾向を示している。両観測室における水管傾斜計によって観測された傾斜変化は、測地測量の結果と定性的には矛盾しない。これに対して由良で観測されたひずみ変化は、辺長測量から求められているひずみ変化と合っていない。

キーワード： 傾斜計, スペクトル, 伸縮計, 測地測量

89012

田 中 寅 夫**南極 VLBI による地球潮汐及び地殻変動の観測と電波伝播遅延**

南極・VLBI「南極・VLBI に関する研究小集会」, 1988年9月, 31-35頁。

南極昭和基地における水蒸気によるマイクロ波の伝播遅延を気象庁のラジオ・ゾンデのデータを用いて計算した。昭和基地に設置される南極 VLBI への対流圏水蒸気の影響の推定がこの研究の目的である。ここでは1986年の2月および8月のデータを使用して、1ヶ月の平均遅延量として2月は 3.03 ± 0.58 cm, 8月は 1.41 ± 0.84 cm という結果を得た。ただし、冬期の8月においても強風の snow storm 時には5 cm に達する遅延を示す場合もあることに注意する必要がある。南極におけるこのような小さい遅延をもつ局と低緯度の局, たとえば VERA 計画で候補地に挙げられている石垣島局との基線構成などは、水蒸気による遅延の研究にも有効であろう。南極 VLBI は、とくに水蒸気による伝播誤差が小さいことから、1 cm より高い精度で、プレート運動、地殻変動、地球潮汐などの検出とそれらの研究に役立つものと期待される。

キーワード： 南極, 伝播遅延, プレート運動, ラジオ・ゾンデ, VLBI

89013

Takeshi Mikumo, Hiroo wada and Makoto Koizumi
Seismotectonics of the Hida region, central Honshu, Japan
 Tectonophysics, Vol. 147, 1988, pp. 95-119.

中部日本の飛騨地方の地震テクトニクスに関して、最近6年間の地震活動の観測と多数の地震のメカニズムをもとに、地質・地形や過去の大地震の証拠も参考にして詳細に論じた。特に顕著なのはこの地方の主要第4紀活断層である跡津川断層沿いに約70 km にわたり地震活動が極めて高く、この活動は1858年飛騨地震後の応力集中と不均質な断層強度に帰せられる。飛騨山脈下においても8 km より浅い場所で活動が比較的高く、跡津川断層沿いの深さ15 km 迄伸びる活動とは著しい差が見られる。この深さの差は地殻中部の脆性—延性遷移層の深さの差によるものと思われ、活火山を含む飛騨山脈下ではかなりの高温状態にあると考えられる。一方、地震メカニズムから、この地域の最大主応力方向は東南東—西北西方向により、これは北米—ユーラシア・プレートの相対運動方向よりはむしろ太平洋—ユーラシア・プレート間の運動方向に近い。この地域の剪断応力の大きさは700バールより小さい。

キーワード： 地震テクトニクス，地震活動，地震メカニズム，活断層主応力

89014

三雲 健・平原和朗・竹内文朗・和田博夫・佃 爲成・藤井 巖・西上欽也
飛騨地方の3次元上部地殻構造と活断層及び地震活動
 月刊地球，11巻2号，1989年，90-96頁。

第四紀活断層が多数分布し、かつ活火山を含むわが国最高の山脈である飛騨山脈で境される飛騨地方の地殻上部の3次元速度構造を多数の地震観測データをもちい、インバージョン法を適用することによって詳細に求めた。

この研究に用いた地震は $M \geq 3$ のもの237個、観測データはこの地域に分布する16観測点で観測された約2,500個のP波初動走時である。この結果、1) 中央部の跡津川断層と飛騨山脈西側で囲まれる三角帯地域には、地殻最上部から12 km の深さ迄、6.0~6.2 km/sec の高速度層が存在すること、2) 飛騨山脈中軸部では5.4~5.8 km/sec の低速度層がかなりの深さまで存在し、7 km 以深ではかなり西方へ広がっていること、3) 南西部では地殻最上部まで高速度層が露頭するが、両白山脈中部では活火山の白山周辺で5.6~5.8 km/sec の低速度層が深さ12 km 迄伸びているのが見られること、など、この地域の地殻内の火成活動や地震活動の分布に関係すると思われる種々の特徴が見出された。

キーワード： 3次元地殻構造，地震活動，活断層

89015

加藤正明・土居 光・和田安男・津島吉男・三雲 健
 宝立・立山・須坂観測室の地殻変動観測テレメータ・システム
 京都大学防災研究年報，第31号 B-1，1988年，47-58頁。

中部地方北部における地震活動と関係する地殻変動を連続観測するため，京大防災研究所上宝地殻変動観測所では，1986年度から1987年度にわたって，宝立（石川県），立山（富山県），須坂（長野県）に衛星観測室を設置した。主な計器は水管傾斜計と歪計であり，センサには差動トランスを用いている。宝立からは20チャンネルの地殻変動信号（0.5 Hz サンプリング）と3チャンネルの地震波信号（96 Hz サンプリング）が，4800 bps の専用回線により上宝観測所に伝送されている。立山と須坂では，17チャンネルの地殻変動信号（10分サンプリング）が，デジタル・データ・ロガーの RAM カセットに記録されると同時に，2 mm/h でアナログ・モニター記録されている。これらのデータは，1日1回，公衆通信回線により上宝観測所に転送され，パーソナル・コンピュータ・システム上のハードディスクに集録されている。

キーワード： 地殻変動連続観測，水管傾斜計，歪計，デジタル・データ・ロガー，通信回線

89016

中山 武・土居 光・酒井英男
 人工地震に伴う全磁力と地電位差の観測
 月刊地球，12巻12号，1988年，741-746頁。

長野県西部地震の余震域である王滝村鈴ヶ沢で1986年10月22日，孔底 68 m に 86 kg の火薬が充填され爆破による人工地震の合同観測が行われた。爆破の際の電磁気現象の変動の有無を調べる目的で，プロトン磁力計による全磁力と硫酸銅溶液電極による地電位変化の観測をした。全磁力，地電位とも爆破孔を基準に全磁力は孔より 33 m 北西部，地電位電極は東西・南北ともスパン 60 m ではほぼ直交。記録は爆破前後各 1 時間の連続記録である。爆破後，全磁力は約 3 nT，地電位は約 2 mV の変化を示し爆破 1 時間後夫々回復は認められなかった。以上結果は全磁力，自然電位変化とも強烈的な爆破に関して起きたものと考えられ，爆破孔付近の全磁力では残留磁化，地電位では水の流動電位に起因するものと考えられる。これらの確認のため 1 ケ月後現場付近の全磁力コンター図と地電位主方向を，また 1 年 9 ケ月後 VLF-MT により爆破孔付近の見かけ比低抗図を作成，電磁気的な検討を加えた。

キーワード： 人工地震，全磁力，地電位，残留磁化，流動電位

89017

須 藤 靖 明

阿蘇カルデラ地殻上部構造

火山, 33巻 2 号, 1988年, 130-134頁。

火山地域では、地震波の伝播異常が期待される。最近、観測網の発展により多くの火山地域で、この種の現象が精力的に研究されている。阿蘇カルデラに於いても、その周辺に展開された観測点で、カルデラ内での地震波の減衰と低速度領域の存在を示す資料が集録された。この走時異常をもたらす領域の位置は、カルデラ中央部 6 km から 9 km の深さにある。

キーワード： 阿蘇カルデラ, 地下構造, 地震波減衰, 低速度領域

89018

石原和弘・井口正人・加茂幸介

数値計算による1986年伊豆大島溶岩流の再現

火山 第2集, 33巻伊豆大島噴火特集号, 1988年, S64-S76頁。

溶岩流を Bingham 流体とみなし、表面からの放射冷却による粘性の増加を考慮した溶岩流の数値シミュレーションの方法を示し、1986年伊豆大島溶岩流のうち、割れ目噴火によって流出した溶岩流 LB I, LB III, LC I を計算によって再現した。溶岩の温度の初期値を 1100°C と 1000°C の 2 とおりに設定した。西側山腹を流下した溶岩流 LC I は、1100°C とした場合、また、カルデラ内の溶岩流 LB III は 1000°C とした場合の再現性がよかった。このことから、溶岩流 LB IIIの方が流下開始時の温度にして、約 100°C 低く、粘性係数では約 2 桁大きかったと推定される。溶岩流 LB I については、よい再現結果が得られなかった。これは地形図の精度が不十分であったことと溶岩流出直前の地盤変動や噴出物の堆積によって流動方向がかえられたことによるものと考えられる。

キーワード： 溶岩, 溶岩流, シミュレーション

89019

石 原 和 弘

地球物理学的観測による桜島火山のマグマ溜りおよび火道の推定

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 59-73頁。

これまでの地球物理学諸研究および観測資料に基づき桜島火山下のマグマ溜りおよび火道の存在の可能性を議論した。南岳山頂火口の直下 4 km 以深は Aseismic な領域がある。又その領域は地震波の異常減衰域でもある。桜島の垂直地盤変動の解析結果は、山体の変形が南岳直下 3~5 km の深さの球状力源の圧力変化で説明できる。以上のことから、マグマ溜りが存在するとすれば、南岳の地下約 4 km 以深と推定される。南岳直下で発生する A 型地震は地下 0~2 km の範囲では、爆発地震の震源域を取囲むように分布する。2 km 以深 4 km まででは、爆発地震の分布域の延長上に A 型地震の発生が認められない領域がある。爆発地震の震源域とその延長の円柱状の領域が火道に相当すると推定される。

キーワード： マグマ溜り, 火道, 火山性地震, 地殻変動, 爆発地震

89020

石原和弘・井口正人・加茂幸介

1986年伊豆大島溶岩流シミュレーションの再検討—噴火中の地形変化の影響について—

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 75-87頁。

1986年伊豆大島溶岩流のうち、割れ目噴火によって流出した溶岩流 LB I について、スコリアの堆積による地表面の上昇を考慮し、数値シミュレーションによる実際の溶岩流の再現性の向上を図った。その結果、実際の溶岩流とのくいちがい小さくすることができた。しかし、数値化地形の原地形図において精度が不十分なところでは、再現性は改善されなかった。

また、伊豆大島の各集落に溶岩が流入する可能性のある火口の分布範囲を示した。

キーワード： 溶岩, 溶岩流, シミュレーション, ハザードマップ

89021

K. Kamo and K. Ishihara**A preliminary Experiment on Automated Judgement of the Stages of Eruptive Activity Using Tiltmeter Records at Sakurajima, Japan**

IAVCEI Proceeding in Volcanology, Vol. 1, 1989, pp. 585-598.

桜島火山の個々の山頂噴火に対応して、噴火前に山頂部地盤が隆起・膨脹し、噴火が発生すると逆に沈降・収縮したことを反映した傾斜変化・歪変化が観測された。水管傾斜計の出力をパソコンに入力し、リアルタイムで傾斜変化の傾向から噴火活動のステージを判断し、傾斜量に応じ警告を出力するシステムを開発した。1985年12月の26日間のテストでは、39回の爆発的噴火のうち27回に対して、5回の小噴火のうち4回に対して、また22回の連続噴火活動のうち7回に対して、事前に警告を出力した。しかし、その外に21回の警告が出たが、顕著な活動はなかった。そのほとんどは、火山ガスの噴出により一時的に地盤が沈降し警告が解除されたためである。判別プログラムの改良や伸縮計のデータを取入れることによって、予測の確率は向上する余地がある。

キーワード： 山頂噴火、伸縮計、傾斜計、前兆現象、噴火予知

89022

S. Nishimura and S. Suparka**Tectonic development of Indonesian island arcs**

Jour. Paleont. Soc, Korea, Vol. 4, 1988, pp. 69-74.

永年の京大とインドネシア科学局（LIPI）との共同研究によりわかった資料及び、他の研究者の資料を吟味し、説明できるテクトニック地図を作り上げた。各島弧の変動、大陸とのかかわり合いをまとめ、中新世以降の構造運動を論じ、17 Ma の古地理を提唱したものである。今後、これらの研究を更に進め、この地域の活動を明らかにする。

キーワード： 島弧、テクトニクス、サブダクション、背弧海盆

89023

浅田照行・西村 進・松尾成光・小泉尚嗣

守山市観測井における地球化学的研究

地震 第2輯, 41巻, 1988年, 17-27頁。

地下水の変動による地震予知の研究のため守山市美崎で掘さくされた(945.5 m 深度)試錐井で観測を続けている。この井戸は 240 m 深度でケーシング破損しているため、この部分と 780 m 以深の地下水の混合井で、メタンガスを多く含む。測定は種々の気象条件と溶存ガスの He, Ar, N₂, CH₄, Rm である。この他、自噴口での湧水圧、自噴口 238 m, 780 m 深での水温、電気伝導度、pH、イオン濃度の連続測定、湧水量や種々の化学成分の断続測定を行っている。その内、連続で安定した記録のとれた1985年3月～1986年12月のデータと気象要素の相関、琵琶湖の水位変化との相関を求め論じた。また、1985年10月3日の花折断層の花折峠付近で発生した M5.0 の前兆がとらえられた。現在 240 m とそれ以深をケーシングによって分けて観測を続けている。

キーワード： 地震予知, 地球化学, 滋賀県守山市

89024

Taijiro Nonaka and Satoshi Iwai

Failure of Bar Structures under Repeated Loading

STRUCTURAL FAILURE, Ed. T. Wierzbicki and N. Jones, Wiley,

New York, 1989, pp. 389-433 (Chapter 12).

主として鉄骨骨組構造やその部材を対象とし、繰り返し荷重による構造的被害、損傷、破壊及び崩壊について、著者らの理論的・実験的研究成果のほか最近の研究概況と展望を行なった。繰り返し構造破壊を、累積塑性変形によるもの、幾何学的不安定によるもの、および、構造疲労によるものと分類した。先ず、古典的な完全塑性体理論から変動繰り返し荷重に基づく塑性的破壊の諸相を論じ、簡単なトラスを例にとって損傷の発生から崩壊に至る過程の具体例を示した。次に、幾何学的不安定の重要性を、特にそれが塑性作用と連成したときに顕著な構造劣化を引き起す現象を、繰り返し軸方向載荷を受ける部材を例にとって論じた。最後に、繰り返し数の比較的少ない領域での骨組構成部材に関する疲労現象について、既往的研究成果と展望を行い、最近の地震で観察された鉄骨骨組の被害例を紹介した。

キーワード： 疲労, 繰り返し荷重, 塑性, 履歴, 破壊, 崩壊, 構造物, 鉄骨構造, 骨組, 非線型, 耐震構造, すじかい

89025

岩井 哲・野中泰二郎

繰返し載荷を受ける構造部材の塑性疲労—研究の現状分析と展望—

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 89-104頁

構造物が破壊的な地震などによる厳しい繰返し載荷を受ける場合, その構造物の要素は部分的に塑性変形を繰返し受ける。繰返し数は限られていても, 塑性化の度合いが非常に大きくなると, 構造物は低サイクルの塑性疲労によって破壊することがある。ここでは, 特に鋼構造部材ならびに骨組の耐震性能に主眼を置いて, まず近年の地震被害例および実験結果から構造部材の破壊状況について調査した。次に構造物の低サイクル疲労に関する実験的研究を中心とする文献調査によって過去の研究成果をまとめ, 構造体の塑性疲労破壊問題に関して現状分析を行い, 将来必要な研究領域について考察を加えた。構造物の破壊状態の明確な定義はまだなされていない。疲労破壊の機構の解明や, これまで集積されてきた実験データと合理的に関係づけられる理論の体系化が重要であると考えられる。

キーワード: 鉄骨構造, 繰返し載荷, 塑性変形, 破壊規準, 低サイクル疲労

89026

Teizo Fujiwara and Takashi Hosokawa

Random Response of Inelastic Space Structures Subjected to Bi-Directional Ground Motion

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 38, No. 338, 1988, pp. 163-185.

地震時に構造部材に作用する2軸曲げモーメントや軸方向力などの多断面力間の相互作用を明らかにする方法として, Y. K. Wen の復元力表示を多断面力下のポテンシャル関数によって定義した等価断面力と等価変形の関係に適用して, 一般化した構成方程式を導き, 弾性限ポテンシャルが一定の場合にのみ, 2方向入力時の Y. K. Wen 式に一致することを示した。異方性構造物を対象に, ここで定式化した方法とポテンシャルエネルギー一定と仮定した場合の応答を比較し, 最大変位応答に大差ないことを調べた後, 後者の方法によって, ランダム地動の作用する立体架構の応答に及ぼす2方向入力の影響について検討した。その結果, 劣化型履歴特性をもつ構造物の変位応答は2方向入力時にかなり増大するが, 全履歴消費エネルギーは1方向入力時と同程度または減少する傾向にあることなどを明らかにしている。

キーワード: 地震応答解析, 立体振動, 復元力特性, 非定常過程, ランダム振動

89027

Teizo Fujiwara and Takashi Hosokawa**Random Response of Space Structures Subjected to Bi-Directional Ground Motion**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,

Vol. 5, 1988, pp. 197–202.

強震時の構造物の終局耐震性を明らかにするために、2方向水平地動を受ける立体建築構造物の非弾性地震応答性状を求め、1方向水平地動のみが作用する場合の応答性状と比較した。採用した解析モデルは1層1張間の立体架構であり、2軸曲げモーメントの作用する柱部材の弾塑性挙動に注目し、Y. K. Wenの1軸に関する力—変形関係をポテンシャル関数を用いて2軸問題に拡張するとともに、2方向で強度および周波数の異なる構造物を対象にランダム応答を求めた。その結果、2方向地動による相互作用の影響は、2方向の強度が一定の場合には低振動数の方向の応答に大きく、また、一方向入力時の応答が小さい方向に大きいこと、2方向入力時の履歴消費エネルギーは1方向入力時のそれより減少すること、劣化型の復元力特性をもつ構造物では変位応答が1方向入力時の応答に比し、著しく増加する傾向にあることなどを明らかにしている。

キーワード： 地震応答解析，立体振動，復元力特性，相互作用，ランダム振動

89028

Teizo Fujiwara, Akio Kitahara and Takashi Hosokawa**A Column Safe Design Method of Multi-Story Building Structures under Earthquake Motion**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,

Vol. 5, 1988, pp. 185–190.

柱部材の耐力と変形能力は多軸応力状態で決定される。特に、鉄筋コンクリート部材では圧縮力と引張力によって降伏状態が異なるため、この種の建物を対象にして、1軸状態において非線形復元力特性を与える Y. K. Wen の手法を鉄筋コンクリート部材の多軸問題に適用可能なように拡張した。3種類の模擬地震動を用いた9個の組合せによる2方向水平地震動に対する最大応答の平均値から、1方向入力時に対する2方向入力時の応答増幅率を求めた。Ramborg-Osgood型履歴をもつ場合とWen型履歴をもつ場合の2種の構造物の応答結果から、2方向入力時の応答は1方向入力時に比べてかなり増加すること、その傾向は剛性の小さい方向あるいは強度の大きい方向に顕著であること、劣化型の復元力特性をもつ場合に増加することなどを明らかにした。

キーワード： 地震応答解析，復元力特性，立体振動，鉄筋コンクリート構造，ランダム振動

89029

北原昭男・藤原悌三

都市における建築構造物の地震被害推定に関する基礎的研究(2)

—木造構造物の地震応答推定—

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 105-126頁。

都市の耐震安全性を高めるためには、都市の主要な構成要素である建築物群の地震被害を精度よく推定し、その耐震性能を評価していくことが重要となる。構造物の耐震性には多くの要因が関連しているものと考えられるが、本研究ではまず、地震入力の評価、構造物の動特性、被害評価の尺度等の観点より、構造物の地震被害評価に関する研究の現状についてまとめた。次に、建築物の地震被害推定手法の構築の手始めとして、在来工法による木造構造物の地震時応答特性を明らかにするためにシミュレーション解析を行った。その結果、木造構造物の応答は入力地震動と構造物の周波数特性の相互関係に大きく影響され、さらには入力地震動の最大速度と強い相関があることが明らかとなった。続いて、これらの解析結果より在来工法の木造構造物の地震時応答に関する簡単な推定式を導き、これを用いて想定地震発生時の京都における木造構造物の地震応答の推定を行った。

キーワード： 地震災害，地震応答解析，シミュレーション解析，弾塑性，木造建築

89030

Yoshiyuki Suzuki and Ryoichiro Minai

Seismic Damage and Reliability Analysis of Hysteretic Multi-Degree-of-Freedom Structures

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,

Vol. 8, 1989, pp. 773-778.

多自由度履歴構造物の地震時損傷を含む地震応答解析法および耐震信頼度解析法について述べた。本論文の主目的は、通常地震応答解析と耐震信頼度解析を簡便な方法で組織的に統一し、また、構造物各部の損傷間の統計的相関を考慮した構造物系全体の信頼度関数を評価することである。まず、履歴構成則と同様に構造物の損傷を測る尺度を微分表示することにより、確率微分方程式で問題の定式化を行い、これにより得られるモーメント方程式を近似的に解き、構造物各部の損傷に関する統計量ならびに確率密度関数を得た。また、構造物各部の信頼度関数および構造物全体の信頼度関数を評価した。本方法の特徴は、全状態変数の同時確率密度関数を状態変数の特性に応じて異なる異種直交多項式による有限混合形級数展開で解析的に表現したこと、また、それより、構造物各部や全体の信頼度関数を直接的に安全領域で積分することに求められたことにある。

キーワード： 信頼度（性）解析，確率過程，履歴構造物，不規則応答

89031

Ryoichiro Minai and Yoshiyuki Suzuki**Stochastic Estimates of Hysteretic Structural Systems under Seismic Excitations**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, 1989, pp. 271–276.

履歴構造物の地震応答観測記録から、構造物系のパラメータ推定や構造物の地震応答ならびに損傷等の状態推定に関する確率論的方法について述べた。本方法は、連続マルコフ過程論に基づいており、先ず、履歴構成則と構造物損傷の尺度に関する微分表示を用いて、地震外乱を受ける構造物系の状態方程式を伊藤型の確率微分方程式で記述した。次いで、系および観測雑音の統計的相関を考慮した観測方程式を同様な確率微分方程式で表現した。これらより、観測データを条件とする状態変数の確率密度関数が、濾波、平滑および予測問題に対して、微分方程式として示された。特に、濾波問題について、条件付モーメント方程式が、異種直交多項式による有限混合形級数展開表現の条件付確率密度関数を導入することにより、完結した微分方程式として確定され、これを数値的に解き得ることを示した。

キーワード： 確率論的推定、履歴構造物、確率過程、地震観測記録

89032

Yoshiyuki Suzuki and Ryoichiro Minai**Application of Stochastic Differential Equations to Seismic Reliability Analysis of Hysteretic Structures**

Probabilistic Engineering Mechanics, Vol. 3, No. 1, 1988, pp. 43–52.

履歴構造物の確率論的地震応答解析と耐震信頼度解析の方法論について述べた。連続マルコフ・ベクトル過程の理論を適用するために、履歴構成則の微分表示を導いた。バイリニア形、ポリリニア形、スリップ形、原点指向形、ピーク指向形、クラフ形、加藤・秋山形等の微分表示を導くとともに一般構成則を示した。次いで、最大靱性率、累積塑性変形率、履歴消費エネルギー率および低サイクル疲労損傷度などの耐震安全性の尺度の微分表示を行った。地震外乱を白色雑音を受ける時変線形あるいは非線形フィルターにより生成すれば、地震応答解析ならびに耐震信頼解析は、伊藤型の確率微分方程式で定式化されることを示した。これより、状態変数の変域や特性に応じた確率密度の適切な解析的表現を導入すれば、状態変数の時変統計量や確率密度関数ならびに信頼度関数が、非定常状態において数値解析的に得られる。

キーワード： 信頼度解析、確率微分方程式、履歴構造物、地震外乱

89033

Haruo Kunieda**On Dynamic Instability of Structures Subject to Dynamic Excitation:****A Trial Regarding Prediction of Incipient Instability**

Proc. 9th WORLD CONFERENCE OF EARTHQUAKE ENGINEERING,

Vol. 5, 1989, pp. 5-10.

非線形復元力特性を有する一自由度系構造物が動的な外乱を受けるときに示す動的な不安定挙動の発生限界外力強度を予測するための手法開発について述べたものである。先ず数値解析によって正弦波外力に対して動的安定限界を求め、系の諸パラメータ、初期条件、減衰の影響を明らかにしている。この値を厳正解と見做して予測法は開発される。正弦波の和で与えられる外力の場合に引続き狭帯域白色雑音特性を有するランダム波が作用する場合の安定限界スペクトル密度、最大外力強度を求め、両者がランダム波外力時の安定限界指標にはなり難いことを指摘している。続いて解析的に安定限界を予測する手法の試みのいくつかについて述べている。正弦波外力について応答の基本調波を除く部分の Poincaré plot 類似のプロットを求めることにより安定限界近傍での応答の特性を明らかにすると共にこの手法による予測の可能性を示し、またエネルギー釣合から臨界値を算出している。

キーワード： 動的安定, 非線形挙動, 安定限界, 地震応答

89034

Tej B. S. Pradhan, Tadanobu Sato and Toru Shibata**Generalized Constitutive Equations of Saturated Sand**

Numerical Methods in Geomechanics, 1988, pp. 287-292.

本研究では、砂の繰り返し載荷時における変動特性に考察を加え、実験データと理論に基づくシミュレーションを比較することによりその有効性を検討した。理論解析は非関連流動則を用いた弾塑性理論を基にし、塑性ポテンシャル、降伏関数ならびに硬化関数を決定した。このうち、塑性ポテンシャルは砂の応力-ダイラタンシー特性に注目することによって算出し、また、降伏関数には移動硬化と等方硬化の概念を導入した。流れ則は応力空間で新たに定義したシステムに基づいて構成した。さらに、応力・ひずみ関係を精度よく計測できる三軸試験装置により、豊浦砂を用いて、理論を構成するのに必要な各種の実験を行った。最後に、三軸繰り返し試験のシミュレーションを行い、実験データとの比較を行った。このシミュレーションには従来の三軸試験と標準圧密試験から決定される8つの物質定数が必要となる。

キーワード： 弾塑性理論, 塑性ポテンシャル, 降伏関数, 三軸試験, ダイラタンシー

89035

Tadanobu Sato, Kenzo Toki and Tomihiko Sekiya
Critical Components for Upgrading Seismic Reliability of Large Lifeline
Networks

Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,
 Vol. VII, 1988, pp. 135-140.

一般にこれまでの地震時信頼性・安全性を計算する手法は、ネットワークの構成要素の数が n 個の場合、システム全体の損傷状態としては 2^n 個の組合せを考えなければならなかった。本研究ではこうした問題点を克服するため、震源域として2次元的な広がりを持つ潜在的断層発生域を想定し、ライフライン構成要素の「影響圏」を定義することにより、ネットワークの損傷状態の場合分けを 2^n 個から n^2+2n+2 個へ減少させることを可能にしたものである。ここではライフライン構成要素を強化することを限界震源距離を減少させることと読みかえ、ネットワーク全体の信頼性を向上させるためには、どの構成要素から強化していけばよいかを明らかにした。対象としたライフラインシステムは、約700個の構成要素からなる湘南地区のガス管網である。

キーワード： ネットワーク，ライフライン，限界震源距離，信頼性

89036

Kenzo Toki and Koji Yanabu
Detection of Apparent Wave Velocity in Near Surface Ground with Irregular
Profile by an Array Observation

Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,
 Vol. II, 1988, pp. 603-608.

地震波は地盤中を反射，屈折，透過，散乱を繰り返しながら伝播するが，不整形な地盤では地表面付近の観測記録にこの影響が大きく現れることは周知の通りである。本研究では，不整形地盤における地震波の経路と見掛けの伝播速度について考察を行った。地震波の見掛けの速度は2地点間の距離と波の時間遅れによって計算されるが，不整形地盤上の波が不規則な様相を呈するといった特徴は見掛けの速度の算出に影響を与える。通常，2点間の距離は震央からの観測点までの測線への直交射影で与えられ，また波は震央に近い観測点程早く到達すると考えられている。しかし，層の厚い側に震源が位置する場合には震央から遠い方の観測点に波が早く到達する傾向が見られ，見掛けの波の伝播と震央から観測点までの方向が必ずしも一致しない。この意味では，不整形地盤の波の伝播に対して従来の直交射影による位相速度の求め方を適用することは適切でないことがわかった。

キーワード： 不整形地盤，見掛けの伝播速度，直交射影，伝播経路

89037

Kenzo Toki, Tadanobu Sato, Junji Kiyono and Toshikazu Matuoka
Attenuation of Peak Acceleration Taking into Account Multiple Fault
Rupture Mechanisms

Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,
 Vol. II, 1988, pp. 373-378.

マグニチュード M と震央距離 Δ に関する地盤種別ごとの既存の最大加速度アテニュエーション則が、特に観測記録の少ない「震央距離が短く、マグニチュードの大きな地震」に対してこれらのアテニュエーション式を適用することは不適當であるとの考えから、小地震の震源スペクトルから大地震のパワースペクトルを計算して地動の最大加速度の期待値を推定する方法論を一般化した。そして、種々の断層パラメータの変化が最大加速度のアテニュエーション特性に及ぼす影響を明確にし、特に断層近傍での最大加速度が頭打ちとなり、その頭打ち現象に対応する震央距離が高々断層の長さ程度であることを示した。また、伝播経路の影響による内部減衰や当該地盤の増幅度特性を考慮した後、この方法論を1983年の日本海中部地震に対して適用し、最大加速度の地表面分布の再現の可能性について論じた。

キーワード： マグニチュード，震央距離，アテニュエーション特性，断層パラメータ，最大加速度

89038

Kenzo Toki and Sumio Sawada
Simulation of the Fault Rupture Process and Near Field Ground Motion by
the Three-Dimensional Finite Element Method

Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,
 Vol. II, 1988, pp. 751-756.

本研究では、3次元有限要素法を用いて断層をモデル化し、ジョイント要素を断層面に組み込むことによって断層運動の解析を行った。従来の断層モデルの解析では、断層のパラメータとして応力降下量、くい違い量、破壊の時間関数ならびに伝播速度など多くのパラメータをあらかじめ与えておかねばならなかった。しかしながら、これら諸量は構造力の作用下における断層運動の結果として定まる量と考えられるので、本研究では断層パラメータとしては応力降下量と降伏応力のみを考えた。このために、不連続面において接触している弾性体の動的挙動を解析しなければならないのでジョイント要素を用いた数値解析を行った。結果として、断層面上の「応力の流れ」のメカニズムをうまく表現できることが明らかとなり、地震波形に関してもバリエーションによる地震波動の消長とその重ね合わせも説明できた。また、1971年のサンフェルナンド地震の加速度記録の再現も行った。

キーワード： 3次元有限要素法，ジョイント要素，応力降下量，降伏応力，断層運動

89039

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・Nozar Kishi Garmroudi・吉川正昭

地盤—構造物系の非線形動的相互作用に関するハイブリッド実験法の開発

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，23-38頁。

本研究では、ミニコンピュータと電気油圧式アクチュエータをオンラインで結合して、地盤—構造物系の非線形動的相互作用を考慮した地震応答解析を行うシステムを開発した。このシステムの目的は、地盤—基礎系の復元力特性の数式モデルを提案するための基礎的な実験を行うとともに、容易に数式に表現できないような場合を含めて地盤—構造物系の地震応答を把握することである。このために、開発したシステムを用いてケーソン基礎を持つ簡単な構造物系の実験を行い、地盤—構造物系の復元力特性を抽出するとともに、そのモデル化について理論的な考察を加えた。

ここではケーソン基礎を対象として線形領域での加振実験から得られる複素剛性を計算に取入れ、動的非線形応答計算を行うことのできるアルゴリズムを開発し、これを用いることにより供試体の変位をコントロールして、復元力を求めるハイブリッドシステムを構築した。

キーワード： 地盤—構造物系，動的相互作用，ハイブリッド実験，復元力特性，ケーソン基礎

89040

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・市原和彦

地盤—構造物系の非線形復元力特性の同定

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，1-21頁。

カルマンフィルタを非線形システムに対する処理法へと拡張した拡張カルマンフィルタを用いて、非線形多自由度構造系の同定を行った。これは星谷らの非線形1自由度形の同定法の拡張であり、これにより地盤—構造物系の非線形挙動を扱うことができる。ここでは地盤—構造物系の非線形復元力特性に関する数式モデル提案のための1つの試みとして実観測記録から非線形復元力特性の同定を行い、その妥当性を検討した。

同定問題のための定式化に必要な非線形復元力モデルとして、Wenらが提案したVERSATILEモデルを使い、このモデルを使って表された運動方程式を状態方程式に組み込んで拡張カルマンフィルタを定式化した。このVERSATILEモデルは、比較的少数のパラメータで多様な履歴形状を表すことができるので、本研究のようにパラメータ同定を行うことによって復元力特性を決定する場合には、その定式化に適している。

キーワード： カルマンフィルタ，非線形システム，同定，復元力特性，VERSATILEモデル

89041

佐藤忠信・土岐憲三・石塚 憲

ホモロフィックフィルタを用いた地震動位相特性の抽出

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，39-66頁。

地震動記録は，震源における破壊過程を表す時間関数（インパルス列）と震源から観測点までの伝達経路の特性を表す時間関数（グリーン関数）との合成積で表現される。合成積の形で表現される信号のフーリエ変換形は合成前の各信号のフーリエ変換形の積となるので，帯域選択形のフィルタリング操作で両者を分離することは困難な場合が多い。一方，二つの信号が和の形で結合している場合には，対象となる周波数帯域だけを選択的に取り出すフィルターを用いた波形処理によって震動の分離が可能である。こうした点に着目した信号処理の手法としてケプストラム解析がある。本研究では，複素ケプストラム解析を用いて対象とする地震動記録のグリーン関数の特性を考慮し，位相アンラップ操作やフィルタリング操作の簡略化を行った上で，記録波形のみから破壊過程を表す時間関数と伝達経路の特性を表す時間関数とに分離することを試みた。

キーワード： インパルス列，グリーン関数，フィルター，ケプストラム解析，位相アンラップ操作

89042

佐藤忠信・土岐憲三・宮田 和

非弾性の相互作用を考慮した地盤—構造物系の最大応答予測

第2回計算力学シンポジウム報文集，1988年，281-286頁。

構造物の弾塑性応答特性は，その復元力特性と入力地震動をどの様に設定するかによってかなり異なってくる。したがって，数値解析に基づいた動的非線形挙動を把握するためには膨大な計算を行った上で，各種の検討を加えなければその不変的な特性を捉えることはできない。一方，等価線形化手法は，弾塑性応答を線形に置換して解析的な表現形式をもとめるものである。この応答量についての定量的な考察を加えやすいという一面を持つてゐる。特に応答の確率的な諸量を求めるには有効な手法である。本研究では RC 橋脚基礎を対象とし，橋脚躯体を 1 自由度系，フーチング基礎を 1 質点系で表し，その基礎の並進，動揺振動を考慮した 2 質点 3 自由度系にモデル化した。そして応答のパワースペクトル密度関数の理論的な表現形式を利用してスペクトルモーメントを計算し，このスペクトルモーメントから応答塑性率の期待値を導いて，弾塑性応答解析を行った。

キーワード： 弾塑性応答特性，入力地震動，非線形挙動，等価線形化手法，RC 橋脚，スペクトルモーメント

89043

佐 藤 忠 信

地盤との動的相互作用を考慮した構造系の時間応答解析法

第2回計算力学シンポジウム報文集, 1988年, 287-292頁。

地盤—構造物系の震動解析を行う場合に良く用いられるモデル化は、波動論に基づくモデル化、有限要素法によるモデル化、境界積分法によるモデル化などであるが、耐震設計の照査に対しては、並進・回転バネを用いた多質点系へのモデル化（SR モデル）が用いられる場合が多い。モデル化の時点でモデルパラメータ間の等価性を十分に考慮し、応答を線形に限定すれば、何れの手法を用いてもほぼ同様な解析結果を得ることができるようになってきている。

本研究では、SR モデルを用いてモデルパラメータの周波数依存性を取り入れた運動方程式の時間積分アルゴリズムの構築を図り、モデル化の過程で問題となる制限条件について考察を加えた。さらに、ケーソン基礎を対象として線形領域での加振実験から得られる複素剛性を用い、構造系の動的非線形応答計算を行うことのできるアルゴリズムを開発した。

キーワード： 地盤—構造物系, SR モデル, 周波数依存性, 複素剛性, ケーソン基礎

89044

山田善一・家村浩和・Venkataramana Katta・河野健二

波力と地震力を受ける海洋構造物の動的応答解析

構造工学論文集, 34巻 A 号, 1988年, 973-982頁。

本研究は水深が約 100 m の海域における海洋構造物が波力や地震力を受ける場合の動的応答解析について検討を加えたものである。その結果、波力を受ける海洋構造物系の応答特性は入射波の平均周期と構造物系の卓越周期によって大きな影響を受けることがわかった。特に、入射波の平均周期が構造物系の卓越周期に近づくとき、基礎—地盤系との動的相互作用の影響が大きくなり、その平均周期が長くなると基礎固定時の応答に接近する傾向が見られる。一般には動的相互作用の影響を考慮した場合の変位応答は基礎固定時よりも大きな結果を与えている。地震力による海洋構造物系の応答は、構造物系の卓越周期の影響を強く受けており、波力と比べて地震力による応答は同レベルの応答を与えている。このため海洋構造物の動的応答評価を行なう場合、波力ばかりでなく地震力の影響についても検討することが必要であると思われる。

キーワード： 海洋構造物, 動的相互作用, 波力, 地震力, 動的応答

89045

山田善一・野田 茂・岡市明大

加振実験による長周期帯域での各種地震計記録の評価

構造工学論文集, 34巻 A 号, 1988年, 923-935頁。

各種地震計の長周期（2～20秒）成分における記録性能を，変位と加速度の波形の性状，変位・速度・加速度の最大振幅の比，エネルギーの比，相互相関誤差関数，速度応答スペクトル，加速度フーリエスペクトル，変位と加速度のコヒーレンスを用いて定量的に検討した。その結果，振り切れの生じない範囲において，気象庁1倍強震計は，差動トランス型変位計と比べると，概して長周期帯域まで波をよく再現していた。サーボ型デジタル式強震計 SAMTAC-17E の信頼できる範囲は，コヒーレンスの値より，約5～6秒程度までと考えられる。なお，フーリエスペクトルは，10秒より長い周期帯域において，差動トランス型変位計のそれよりもかなり過大であった。SMAC-B₂ 型加速度計から求めた変位の再現性は高く，コヒーレンスの値は0.7以上とかなりよい結果が得られた。特に2～5秒の比較的短周期側での一致度が高かった。

キーワード： 地震計，長周期地震動，記録精度，加振実験

89046

山田善一・野田 茂

地震時の電力供給システムの被害予測

自然災害科学, 7巻1号, 1988年, 10-25頁。

既往の研究では，変電所や送電線を単一のノードやリンクでモデル化し，それらの被害確率を用いて連結性のみから，電力供給システムの被害想定を実施することが多かった。そこで，本研究では，各設備の構成要素の被害確率を用いることにより，システムの機能的な被害状態を決定し，被害要素が電力機能に及ぼす影響まで考慮して，被害想定シミュレーション法を新しく開発した。具体的には，大都市の電力供給システムを上位系・下位系・配電区に分類し，潮流計算や系統復旧操作の概念を導入した。そして，構成要素の被害確率を与えて，各被災要素がシステムの供給支障電力に及ぼす影響を検討するため，変電・配電設備の現実的なモデル化に努めた。さらに，対象としたモデルの被害想定を行うことにより，系統切替の操作がシステムにどのような影響を及ぼすのかを検討した結果，本シミュレーションプログラムの有効性が明確になった。

キーワード： 地震動災害，ライフライン，震後復旧，電力供給システム，シミュレーション

89047

山田善一・野田 茂・五十嵐 晃

震後の道路交通機能の実用的な復旧予測シミュレーション

土木学会論文集, 392号/I-9, 1988年, 385-394頁。

本論文では、震後の道路交通網の復旧戦略を検討するため、機能特性を考慮した復旧シミュレーションモデルを新しく提案し、震災直後の道路の啓開作業とそれに続く復旧作業を、現実的な制約条件を導入して復旧予測のアルゴリズムに組み込んだ。具体的には、本シミュレーション法を伊豆半島の道路網に適用し、その有用性を検討するとともに、各種の復旧過程にどのような影響を与えるのかを明らかにした。その結果、1) できる限り早期に平常時機能の回復を指向することを考えるならば、復旧時間の長い被災リンクから作業に取りかかることは好ましくない、2) 道路網の孤立地区を含む分断ゾーンの解消時期までは総交通量の減少量によって、それ以降の復旧期は平均走行時間によって評価できる、3) 構造的被害に関与した物理量（例えば復旧時間）からリンク交通量のような機能に基づくものに時系列的に変化させた混合戦略をとることが望ましいことなどがわかった。

キーワード： 地震動災害、ライフライン、震後復旧、道路交通網、復旧戦略

89048

亀田弘行・石川 裕

ハザード適合マグニチュード・震央距離による地震危険度解析の拡張

土木学会論文集, 第329号/I-9, 1988年, 395-402頁。

これまでの地震危険度解析法は単一の地震動強度パラメータの推定にのみ適用できたが、耐震工学では、強度パラメータに加えて、卓越周期や継続時間など、他の地震動パラメータを同時に推定する必要が生ずる。このような問題を扱うため、「ハザード適合マグニチュード」および「ハザード適合震央距離」の概念を提案して、地震危険度解析の手法を拡張した。

これは、地震動強度が、年超過確率 P_0 に対応する値を越えるという条件下での、マグニチュードと震央距離の条件付期待値をそれぞれ与えるもので、これより、 P_0 より算出される地震動強度に加えて、その他の地震動パラメータの条件付期待値を、単一のリスク指標 P_0 の関数として推定することができる。

キーワード： 地震危険度解析、多変量地震危険度、ハザード曲線

89049

亀田弘行・岩井 哲・北原昭男・能島暢呂

都市震害のシステム分析序論

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，67-91頁。

都市震害に関するシステム分析を行った結果をとりまとめた。都市域の構成要素，地震による外的作用の形態，1次災害および2次災害，緊急対応および復旧過程について，総合的な概念と網羅的な鳥瞰図を構築することを試みた。また，震害波及の各段階における物理的被害が人命や社会機能に及ぼす影響を考察するとともに，災害波及の構造とその因果連鎖を詳細に分析した。これらの分析結果の応用例として都市の地下街をとり上げ，ISM, FTA, ETA などのシステム分析手法により，地震災害連鎖の階層構造と要素間の関連を明らかにした。

キーワード： 都市地震防災，システム分析，ISM，階層構造，被害波及

89050

亀田弘行・高田至郎・森田 環

1987年 Whittier Narrows 地震による都市型震害とその分析

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，93-111頁。

1987年10月の Whittier Narrows 地震によるロサンゼルス市およびその東郊地域における被害の調査を行った結果を報告する。地震および震害の概要を説明した後，大都市圏の中心地域で起った本地震による被害の特性を，都市地震防災の観点から考察した。特に，ライフライン系（水道，ガス，電力）の震害と，ロサンゼルス郡消防局の活動記録による震害と人間行動の関連に的を絞って詳細な検討を行った。

キーワード： 都市地震防災，震害調査，ライフライン系，消防・救援活動記録

89051

Yutaka Ishikawa and Hiroyuki Kameda**Hazard-Consistent Magnitude and Distance for Extended Seismic Risk Analysis**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. II, 1988, pp. 89-94.

これまでの地震危険度解析法は単一の地震動強度パラメータの推定にのみ適用できたが、耐震工学では、強度パラメータに加えて、卓越周期や継続時間など、他の地震動パラメータを同時に推定する必要が生ずる。このような問題を扱うため、「ハザード適合マグニチュード」および「ハザード適合震央距離」の概念を提案して、地震危険度解析の手法を拡張した。

これは、地震動強度が、年超過確率 P_0 に対応する値を超えるという条件下での、マグニチュードと震央距離の条件付期待値をそれぞれ与えるもので、これより、 P_0 より算出される地震動強度に加えて、その他の地震動パラメータの条件付期待値を、単一のリスク指標 P_0 の関数として推定することができる。

キーワード： 地震危険度解析，多変量地震危険度，ハザード曲線

89052

Nobuoto Nojima and Hiroyuki Kameda**Simulation of Risk-Consistent Earthquake Motion**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. II, 1988, pp. 95-100.

確率論的地震危険度解析と地震動の確率過程モデルを結合して、リスク適合地震動のシミュレーション手法を開発した。地震動特性を表す複数のモデルパラメータを、統一的な確率論的基礎のうえに同時に決定できるのが本手法の特徴である。

本法は次のような２段階から構成される。まず、地震動の強度を表すピーク rms 強度を通常の地震危険度解析により算出する。次に他の地震動パラメータ（継続時間、卓越振動数、スペクトル形状パラメータなど）を、ピーク rms 強度に対する年超過確率に対応する条件付期待値として算出する。

さらに、この方法を発展させてハザード適合マグニチュード、ハザード適合震央距離の概念を提示して、本方法をさらに簡便に利用する方法を示した。

キーワード： 地震危険度，動的解析用地震動，リスク適合地震動，シミュレーション

89053

Masata Sugito and Hiroyuki Kameda**Modeling Nonlinear Soil Amplification of Earthquake Motion with Application to Random Structural Response**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. II, 1989, pp. 489–494.

基盤地震動を地盤面地震動に変換する簡便な方法を提案した。特に、表層地盤の非線形性を考慮した方法となっているところに、この方法の特色がある。変換係数 β を、地動の最大加速度、速度、変位、応答スペクトルおよびパワースペクトルについて定式化した。さらに、パワースペクトルに関する結果に不規則振動論を適用して、応答スペクトルのアテニュエーション特性（マグニチュード、震央距離、および非線形性を考慮した地盤条件の関数）に関する確率論的解析解を導いた。

キーワード： 地盤地震動，基盤地震動，増幅特性，非線形性，応答スペクトル，不規則振動

89054

Tsutomu Sawada and Hiroyuki Kameda**Modeling of Nonstationary Cross Spectrum for Multivariate Earthquake Motions by Multifilter Technique**

Proc. on Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. II, 1988, pp. 795–800.

多点地震動の非定常相互スペクトルを求める効率的な方法を、マルチフィルターの手法により導いた。この方法を SMART-1 アレーの強震記録に適用して非定常コヒーレンスを評価するとともに、そのモデル化を行った。以上の結果から、多点地震動のシミュレーション手法を、物理的意味が明確な形で、定式化し、実地震動と比較することによって、その妥当性を検証した。

キーワード： 多点地震動，非定常相互スペクトル，マルチフィルター，アレー記録

89055

Hiroyuki Kameda, Masata Sugito and Hitoshi Kanda**Long-Term Effects of Earthquake Damage on Water Supply Pipelines**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, VII, 1988, pp. 5-10.

日本、米国およびメキシコにおいて同程度の強度の地震動により被災した5都市に注目し、その被害データより、水道埋設管の地震被害の経年的影響を調べた。議論は、地震前後の期間における管路の破壊率、漏水率などの推移を追跡することにより行われた。地震後に給水サービスが再開された後に残る震害の経年的影響は数カ月から2年に及ぶこと、その程度は地震時の地盤変状や管種・材料によって異なることなどを明らかにした。

キーワード： ライフライン系，水道システム，地震被害，経年的影響

89056

Zoran Milutinović, Hiroyuki Kameda and Jakim Petrovski**Integrated Modeling and Predictive Estimation of Urban/Rural Seismic Losses**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. VIII, 1988, pp. 1043-1048.

過去の震害データに基づき、地域・都市における総合的な地震被害を推定するモデルを開発した。モデルの適用性を検討するため、同一の地域で建物のタイプを変化させた2つの土地利用計画に対する地震被害予測値を比較した。

キーワード： 震害予測，土地利用計画，ヴァルナラビリティ関数

89057

Hiroyuki Kameda**Steps Towards the Goal of Urban Seismic Risk Reduction**

Proc. of Ninth World Conference on Earthquake

Engineering, Vol. VIII, 1988, pp. 1091-1096.

第9回世界地震工学会議の特別課題セッション K (STS/K) における発表と討論内容を取りまとめた。STS/K の課題は “Multi-Disciplinary Integration for Urban Seismic Risk Reduction” である。本文では、はじめに STS/K の主旨を説明した後、セッションの構成、発表および討論の内容を報告し、最後にこのセッションから得られた将来展望を示した。

キーワード： 都市地震防災，多分野の統合

89058

Rihui Yang, Hiroyuki Kameda and Shiro Takada**Shell Model FEM Analysis of Buried Pipelines Under Seismic Loading**

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto University,

Vol. 38, 1988, pp. 115-146.

この研究は、埋設管の地震応答のため、シェルモデルによる有限要素解析を行ったものである。外力としては、地震動による波動伝播、地盤の不等沈下とくい違いを考慮した。特に、管円周方向の土圧分布に現実に近いモデルを用い、梁モデルでは考慮できない断面形状の変形を扱えるようにした。

キーワード： 埋設管，地震応答，シェルモデル，有限要素法

89059

Hiroyuki Kameda and Nobuoto Nojima**Simulation of Risk-Consistent Earthquake Motion**

Earthquake Engineering and Structural Dynamics,

Vol. 16, 1988, pp. 1007-1019.

確率論的地震危険度解析と地震動の確率過程モデルを結合して、リスク適合地震動のシミュレーション手法を開発した。地震動特性を表す複数のモデルパラメータを、統一的な確率論的基礎のうえに同時に決定できるのが本手法の特徴である。

本法は次のような2段階から構成される。まず、地震動の強度を表すピーク rms 強度を通常の地震危険度解析により算出する。次に、他の地震パラメータ（継続時間、卓越振動数、スペクトル形状パラメータなど）を、ピーク rms 強度に対する年超過確率に対応する条件付期待値として算出する。

さらに、この方法を発展させてハザード適合マグニチュード、ハザード適合震央距離の概念を提示して、本方法をさらに簡便に利用する方法を示した。

キーワード： 地震危険度，動的解析用地震動，リスク適合地震動，シミュレーション

89060

久保雅邦・亀田弘行**着目点載荷と渋滞荷重列の組合せによる道路橋の最大活荷重特性の解析**

土木学会論文集，398号/I-10，1988年，285-294頁。

都市高速道路における荷重調査の結果に基づき、道路橋の活荷重評価の解析を行ったもので、従来の方法と比較して、より簡便にまた理論的見通しに優れた解析法を提案している。すなわち、着目点に重量車が載荷された場合とその前後の渋滞荷重列による荷重効果の確率分布を求め、それらのたたみ込み積分として、耐用期間中の最大荷重の確率分布を求めることを提案した。また、基礎分布を指数分布で表せるとした理論解析により、本問題の理論的見通しを明快にした。さらに、シミュレーション技法との組合せにより、最大荷重評価を簡便に精度良く行えることを示した。

キーワード： 道路橋，設計荷重，信頼性解析，確率論的荷重組合せ

89061

Junpei Akamatsu, Soji Yoshikawa and Katsutada Kaminuma
Preliminary Report of Local Seismic Activity around Syowa Station,
East Antarctica

Proc. NIRP Symp. Antarctic Geosciences, No. 2, 1988, pp. 1-6.

南極昭和基地周辺地域の基盤岩（リュツォ・ホルム岩体）は後期原生代のものとされており、典型的な東南極楕状地を構成している。この地域の地震波特性の研究と地震活動の観測を主な目的として基地周辺地域に地震観測網を設置した。基地地震計室、大陸露岩のとつつき岬とラングホブデの3地点に3成分地震計を置き、PCM テレメータで送信して、イベント・トリガー方式で磁気記録を得ている。予備観測の後、1987年8月からは全点の記録が得られている。

記録は海水や大陸氷床で発生する氷震、氷河流動に伴う連続震動、遠地地震等が多いが、局地的な地震も集録されている。特に、基地の東北約170 kmの地域に微小地震が集中して発生している。この震源域はソ連マラジョーナヤ基地周辺のレイナー岩体とリュツォ・ホルム岩体との中間地域であり、その境界は不明であるが、この地域に地震活動が確認されたことは非常に興味深い。

キーワード： 東南極楕状地，地震観測，地質構造，プレカンブリア

89062

Satoshi Iwai, Koichi Minami and Minoru Wakabayashi
Stability of Slender Reinforced Concrete Members Subjected to Static
and Dynamic Loads

Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering,
 Vol. VIII, 1988, pp. 901-906.

細長い形状をもつ鉄筋コンクリート部材の静的あるいは動的载荷下での弾塑性挙動を解明するため、中心圧縮荷重・1軸および2軸の偏心圧縮荷重を受ける長柱の荷重-変形挙動を実験的ならびに解析的に調べた。細長い鉄筋コンクリート部材の挙動は2軸曲げや载荷速度の影響によって更に複雑になる。実験は両端ピン支持の56体の柱試験体を用いて行った。柱断面は正方形と長方形の2種で、断面せいに対する材長の比が6から26の間で3段階に変わっている。実験結果と解析結果との比較により、(1)材長が断面せいの15倍程度でも、圧縮力によって生じる横たわみにより柱の最大耐力がかなり減少すること、(2)柱耐力および変形挙動への2軸曲げの影響は長方形断面柱の場合に著しく現れること、(3)動的载荷下では長柱の座屈耐力は载荷速度が大きくなるにつれて増大すること、などが明らかにされた。

キーワード： 鉄筋コンクリート，長柱，载荷実験，2軸曲げ，载荷速度

89063

岩井 哲・北原昭男・神田 仁・亀田弘行

1987年千葉県東方沖地震被害調査報告

京都大学防災研究所都市耐震センター研究報告，第2号，1988年，117-141頁。

昭和62年12月17日午前11過ぎに起きた千葉県東方沖地震による千葉県内の地盤および土木・建築構造物の被害状況を調べるため，地震発生後約1週間目の12月23日から25日まで地震直後の現地視察を行った。23日に千葉県庁で被害状況の聴取を行った後，24・25の両日，現地で被害調査を行った。ここでは千葉県庁等で入手した各市町村からの被害報告データや千葉版の新聞記事による地震および被害状況の概要，ならびに現地踏査で得た，特に被害が大きかったとされている九十九里地域および長生郡長南町における地盤・建築物・土木構造物などの被害状況を示した。今回の地震被害は小規模ながら，東京都・千葉市等の大都市が直接大きな地震の揺れを受けた都市型地震として注目すべき問題点がいくつかあげられる。本報告では，地震直後の被害状況の写真を多く記載し，都市耐震上の対策などについてまとめた。

キーワード： 地震災害，現地踏査，都市耐震，液状化

89064

Toru Shibata, Atsushi Yashima and Makoto Kimura

Model Tests and Analyses of Laterally Loaded Pile Groups

土質工学会論文報告集，29巻1号，1989年，31-44頁。

構造物の支持杭の設計には，群杭の水平抵抗に対する考え方が重要なポイントとなるが，この問題は杭群に囲まれた土の挙動，杭頭の拘束条件，荷重分担率等複雑な要因を含んでおり，いまだに古くて新しい課題といわれている。一般に杭中心間隔が狭くなるほど水平支持力の低減は顕著となるが，果たして杭の水平抵抗に対する低減率をどのように評価すればよいのか，不明である。

本論文は，まず杭頭自由の群杭模型実験において杭配置，杭本数，杭中心間隔および杭剛性を種々に変化させた時，これらの各要因が群杭効率，荷重分担率にどのような影響を与えるかを検討した。次いで，群杭の挙動を説明し得る数値解析手法として，Randolphの解法を取り上げ，その妥当性および適用範囲について実験結果と比較しながら検討した。更に実大群杭への適用を図るため，原型杭のオーダーでケーススタディーを行い，群杭基礎設計法について2，3の考察を行った。

キーワード： 群杭，水平荷重，模型実験，支持力

89065

Toru Shibata, Atsushi Yashima, Makoto Kimura and Hisashi Fukada
Analysis of Laterally Loaded Piles by Quasi-Three-Dimensional Finite
Element Method

Proc., 6th Int. Conf. Numerical Method in Geomechanics, Innsbruck,
 Vol. 2, 1988, pp. 1051-1058.

杭基礎を設計する場合には、群杭基礎の水平抵抗の低減率を的確に把握することが、最も重要である。この問題を解決するために、数多くの模型実験を実施するとともに、新たに開発した擬似三次元有限要素プログラム：GPILE (Ground Pile Interaction of Laterally Loading Effect) による数値解析を行った。GPILE においては、地盤および構造物は、水平方向に平行に切ったパネルと考え、このパネルを二次元平面ひずみモデルと仮定した。そして、パネル間を、二次元せん断バネで連結することにより、深さ方向の荷重の伝達を考慮した。これにより、群杭と地盤の三次元的な相互作用が検討可能となった。GPILE の数値解と杭頭自由群杭の水平載荷実験の結果は、定性的・定量的により一致をみた。さらに、地盤の非線形性を考察するために、地盤材料の引張領域での破壊を考慮に入れた、Non-tension 解析も実施し、荷重—変位曲線の非線形性を再現した。

キーワード： 群杭，水平抵抗，模型実験，有限要素法，数値解析

89066

Toru Shibata and Wanchai Teparaksa
Evaluation of Liquefaction Potentials of Soils Using Cone Penetration Tests

Soils and Foundations, Vol. 28, 1988, pp. 49-60.

原位置試験によって、地震時における地盤の液状化ポテンシャルを予測する試みとして、標準貫入試験 (SPT) の結果に基づく方法が広く用いられてきた。しかし電気式コーン貫入試験 (CPT) は、SPT にはない長所を有することが認められ、CPT による予測法の開発が注目されるようになった。

本論文では、CPT の先端抵抗から地盤の液状化抵抗を推定する方法について検討し、CPT 限界値を地震時の発生せん断応力比ならびに土の粒度との関数として表わした。解析に用いたのは、地震後に原位置で実施された CPT データである。ここで得られた CPT 限界値を、Robertson (1985) のそれと比較したところ、砂とシルトに対して良い一致がみられた。また不攪乱砂に対する振動三軸試験から求まる液状化抵抗と、CPT に基づく液状化抵抗とを比較した。対象とした地盤は、砂からシルトまで広くカバーしているが、比較の結果は概ね良好であった。

キーワード： 液状化，地震，コーン貫入試験，砂，シルト

89067

Hideo Sekiguchi, Toru Shibata and Mamoru Mimura**Effects of Partial Drainage on the Lateral Deformation of Clay Foundations**

Proc. Int. Conf. on Rheology and Soil Mech., Vol. 1, 1988, pp. 164-181.

局部載荷を受ける軟弱地盤は通常部分排水条件下で変形するため、沈下や側方流動はこの部分排水度に大きく依存する。本研究では、軟弱粘土地盤を対象とした平面ひずみ弾・粘塑性有限要素圧密解析を行ない、沈下土量と側方変位土量の比として定義した土量比と、一時圧密終了時間を考慮した無次元載荷速度との関係から、地盤の部分排水度を定量的に評価できることを明らかにした。これによって、軟弱地盤の側方流動のメカニズムを正確に把握することが可能となることを示した。

次にこの概念を用いて、世界各地域の試験盛土を中心とした現場実績を系統的に整理し、軟弱粘土地盤の側方流動性状に及ぼす地層構成の影響を抽出し、軟弱粘土地盤の荷重～地中最大側方変位関係に見られる地域性を地球規模の視点から明らかにした。これにより、側方流動の予測や安定管理を行なうにあたっては、その成因を含めた軟弱地盤の地域性を十分に配慮する必要があることがわかった。

キーワード： 沈下，側方流動，載荷速度，粘土，安定管理

89068

柴田 徹・関口秀雄・松本樹典・北 勝利**長尺鋼管杭の打撃ひずみ波形解析**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，113-122頁。

従来より杭打設に伴う施工管理の一環として、各打撃における最終貫入量とリバウンド量が計測されている。そして、これらの計測値をいわゆる動力学公式に代入することにより、杭基礎の支持力の推定が行われてきた。しかし現在までのところ、動力学公式に対する信頼性は必ずしも高くなく、補助的な役割を果たしているにすぎない。

本論文では、2点ゲージ法（杭体の中間点2点におけるひずみ波形情報より、杭中を伝播する進行波と後退波を分離する方法）の理論的基礎を要約した後、実際問題への適用例として、関西新空港連絡橋の基礎試験杭の打撃試験において計測された打撃ひずみ波形に対し、2点ゲージ法を用いて波動論的考察を加えた。さらに杭の動的貫入過程やディーゼルハンマーの実際の打撃効率を解明し、打撃時の地盤の動的抵抗と杭の実測静的支持力との比較検討を行ったものである。

キーワード： 杭，支持力，波動論，施工管理，載荷試験

89069

関口秀雄・柴田 徹・三村 衛・角倉克治

大水深護岸の変形解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 123-145頁。

近年, 我が国におけるウォーター・フロント開発の進展には目覚ましいものがある。特に大阪湾岸地域においては, 大規模人工島の建設に伴い, 深部に厚く堆積する洪積粘土層の圧密降伏及び長期沈下問題がクローズアップされてきている。

本論文では, 泉州沖に現在建設中の関西国際空港島を取上げ, 連絡橋取付部を中心とする地盤の変形挙動を二次元弾粘塑性有限要素法によって詳細に解析することにより, (1)洪積粘土層の圧密降伏と長期変形特性, (2)連絡橋取付部の縦断及び横断方向の変形性状, (3)基礎地盤の不同沈下と側方流動に関連したセル護岸の安定性の検討を行っている。また, 施工過程を忠実に考慮した準一次元圧密解析法を併用することにより, 空港島隅角部の変形挙動に及ぼす三次元的な応力分散効果を定量的に把握することを試みている。

キーワード: 埋立地盤, 洪積粘土, 沈下, 側方流動, 有限要素法

89070

関口秀雄・柴田 徹・三村 衛

圧密と有効応力—特に洪積粘土を中心として

土質工学会誌, 36巻6号, 1988年, 25-30頁。

大阪湾岸地域においては, ポートアイランドや大阪南港埋立地など, 比較的沿岸部における大規模埋立地盤の造成をはじめ, 水深 20 m 近い沖合に現在建設中の関西国際空港など, ウォーターフロントの開発が進められている。これに伴い, 従来より問題とされてきた海底沖積粘土層の変形と安定性に加えて, その下位に厚く堆積した洪積粘土の圧密降伏及び長期沈下特性の把握が急務となってきている。

本論文では, まず泉州沖に建設中の関西国際空港を取上げ, 空港島連絡橋取付部を中心とする地盤変形解析結果に基づいて, 洪積粘土層の圧密問題の重要性を例示している。次いで, 大阪南港埋立地における盛土下の旧海底地盤中の間隙水圧測定実績に照らして, 詳細な弾粘塑性圧密解析を行うことにより, 洪積粘土層の圧密特性を沖積粘土層のそれと対比しながら検討している。

キーワード: 圧密, 有効応力, 沈下, 洪積粘土, 埋立て

89071

木村 亮・柴田 徹・八嶋 厚

群杭の水平抵抗に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 147-159頁。

本研究は、現在までに実施した群杭の水平抵抗に関する模型実験の結果を踏まえて、実際問題に筆者らの開発した、地盤を層状に分割した擬似 3 次元 FEM モデル (GPIL) および Randolph の提案した簡便法 (PIGLET) を適用する第一歩として、地盤定数の決定に関し、単杭の実大載荷試験の結果を用い検討を加えたものである。ここでは解析手法として簡便な PIGLET を用いた。135例の単杭の載荷試験結果から、平均 N 値と地盤の種別だけの情報から杭頭の水平変位を推定するためには、砂質地盤 (S 型地盤) に対しては弾性係数 $E=28N$ (kgf/cm^2) を、また粘性地盤および互層 (C 型地盤) に対しては $E=20N$ (kgf/cm^2) を、適用すればよいことを明らかにした。しかし、 $E=20N$ (kgf/cm^2) は、表層部に軟弱粘土が厚く堆積するような場合には注意して適用する必要があることを、関西新空港の空港島連絡橋の現場載荷試験結果を例にとって示した。

キーワード： 群杭, 水平抵抗, 載荷試験, 地盤定数

89072

Koichi Akai, Ikuo Sano, Teruhide Shinozaki and Mitsuaki Hanai

Performance of Land Reclamation for Sewage Treatment Plant on Coastal Clay with In-Situ Measurement

Proc. Intern. Conf. Engrg. Problems of Regional Soils, 1988, pp. 367-372.

この報告は、鋼管矢板、サンドドレーン、深井戸および段階載荷による海岸軟弱粘土層上の埋立造成工事の施工管理について述べたものである。この敷地は下水処理施設用のものであるが、主体となる水処理施設は長さ約 120 m の鉄筋コンクリート構造であり、杭なしのべた基礎で設計されるが、不同沈下が生じないように地盤改良が行われた。工事を安全に遂行するために、種々のタイプの沈下計や間隙水圧計を地中に設置して計測が行われた。また、サンドドレーン打設前、打設直後、盛土載荷直後および地盤の圧密がほぼ完了した時点でチェックボーリングを行なって圧密度を確認した。水処理施設の建設は、これら計測結果により圧密度が 95% を越えていることを確認して行われた。掘削や埋戻し工事により基礎底面の膨れ上がりや再圧縮、二次圧縮による沈下が生じる。これらの変形挙動はいずれも過圧密領域で生じることが確認された。

キーワード： サンドドレーン, 計測施工, 埋立造成, 二次圧密, 地盤の液状化

89073

赤井浩一・田村 武

正規圧密またはそれに近い過圧密地盤の動的応答解析への一寄与

土木学会論文集, 394号, 1988年, 131-134頁。

現実の沖合い海底地盤などにみられる正規圧密に近い粘性土主体の堆積層に対する動的応答の解析解を誘導し、泉州沖の地盤モデルについて計算例を示したものである。まず、過圧密比が1に近い地盤における変形係数は非排水せん断強度の深度分布や孔内 PS 検層の結果からみて海底面からの土層の深さにほぼ比例することを述べ、このような地盤の振動特性が時間的には一様な指数型の減衰と個々独立な円関数の積、すなわちノルマル振動となり、一方、モード解は深さの平方根について零次のベッセル関数で示されることを明らかにした。ついで、この種の地盤の動的応答解析を単位パルスを入力とする減衰系の強制振動の Duhamel 積分の形で与え、実際地震の不規則波を入力とする応答を変位・速度・加速度のそれぞれについて示した。その結果、計算に用いた地盤モデルでは、最上部の沖積層表面において最大絶対応答加速度が地動加速度の約4.7倍になることが判った。

キーワード： 動的応答解析・沖合い海底地盤・PS 検層・動的変形係数

89074

赤井浩一・田村 武・前河 泉

海底地盤の動的応答特性と沖合構造物の耐震安定解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 177-191頁。

内陸部や臨海部に比べて不詳な点が多い沖合い海底地盤の土質工学的特性、特に動的特性と、そこに築造される人工島や土木構造物の耐震安定解析について記述したものである。まず、ボーリング孔内 PS 検層の結果を用いて、大阪湾沖合海底地盤の動的性質の特徴をあげ、応答計算に用いるべき変形係数が海底面からの深さにほぼ比例して増加することを認め、次にこのような正規圧密に近い粘性土主体の地盤の動的応答を定める理論式を誘導し、振動のモードが深度の平方根に対して単に零次のベッセル関数の形で表現されることを明らかにするとともに、応答変位・速度・加速度を与える解析解を示して、これらを重複反射理論による数値解と比較した。さらに、関西国際空港島埋立工事に伴う沖積粘土層の地盤改良が耐震性の向上に寄与する程度を数値解により明らかにするとともに、円弧すべり面法によって沖合岸壁の耐震安定解析を実施した。

キーワード： 動的応答解析, 沖合い海底地盤, PS 検層, 動的変形係数, 後退性すべり

89075

赤井浩一・辻 泰志

沖合い海底地盤の動的応答と護岸構造物の安定について

海洋開発論文集, 4 巻, 1988年, 15-19頁。

一般に沖合い海底地盤では、柔らかい沖積粘土層の下に過圧密比の小さい洪積粘土層が続き、構造物の支持層となるべき砂礫層はきわめて薄い、あるいは全く存在しないことが多い。そのため、人工島やその上に築造される構造物の設計に対する地盤条件が厳しくなってくるとともに、荒天時や地震時の海底地盤そのものの安定性の損失についても検討しておかなければならない。本文では、まず波浪に対する海底粘性土地盤の安定性を二次元線形波理論と極限解析理論にもとづく Dormieux の安定条件について検討し、泉州沖の関西国際空港近傍では波浪による地盤内応力比は安定を損うものでないことを述べた。次に、地震に対する動的応答解析を同地点について行い、その結果、計算に用いた地盤モデルでは、最上部の沖積層表面において最大絶対応答加速度の地動加速度に対する倍率が極めて大きいことを知り、さらに護岸構造物のすべりの安定計算の一例をも示した。

キーワード： 動的応答解析, 沖合い海底地盤, PS 検層, 動的変形係数, 後退性すべり

89076

Toshihisa Adachi, Fusao Oka and Mamoru Mimura

Flow Analysis of Clay Layer due to Berth Construction

Proc. 6th ICONMIG, Vol. 1, 1988, pp. 697-704.

近年ウォーターフロント開発の進展が目覚ましく、大阪湾岸においても多くの埋立人工島が建設されている。神戸沖にポートアイランドが建設された際、コンテナ埠頭部分において施工に平行して海底地盤の沈下及び護岸部分の側方変位が計測された。当該地点は水深も深く、表層には非常に軟弱な沖積粘土が厚く堆積しており、護岸建設に伴うこの沖積粘土層の安定性の確保が必要となる。そこで本研究では、超過応力型弾・粘塑性構成モデルを組込んだ二次元有限要素法により、このコンテナ埠頭建設に伴う海底地盤の変形を解析し、沈下ならびに側方変位性状を明らかにするとともに、実測された結果との比較検討を行なった。

その結果、コンテナ埠頭護岸部における側方変位については、解析結果は実測結果をやや過小に評価するものの、海底地盤の沈下については、両者は比較的良い一致を示した。

キーワード： 弾粘塑性構成式, 有限要素法, 軟弱地盤, 沈下, 側方流動

89077

Fusao Oka, Toshihisa Adachi and Mamoru Mimura**Elasto-Viscoplastic Constitutive Models for Clays**

Proc. Int. Conf. on Rheology and Soil Mech., Vol. 1, 1988, pp. 12-28

正規圧密粘土の時間依存性挙動を説明する弾・粘塑性構成式がいくつか提案されてきた。この中で超過応力型モデルと呼ばれるタイプの構成式は、その理論構造により加速クリープやクリープ破壊を表現することができないことが指摘されてきた。本研究では、従来の超過応力型弾・粘塑性構成式に第二材料関数とモール・クーロン型の破壊基準を導入することにより、正規圧密粘土のクリープ破壊現象を表現できるようにモデルを改良し実験結果と比較した。その結果、改良したモデルは実験結果を正確に予測し得ることがわかった。

また過圧密粘土にたいしては、ベルツィナの粘塑性理論に基づき、非関連流動則を仮定したモデルに同じく第二材料関数を導入することにより新たに弾・粘塑性構成式を誘導した。これにより、自然粘土の降伏曲面および過圧密領域における粘土の定ひずみ速度非排水三軸圧縮試験結果をかなり精度良く表現できることが明らかとなった。

キーワード： 弾粘塑性構成式，正規圧密粘土，過圧密粘土，クリープ破壊，時間依存性

89078

**Toshihisa Adachi, Takao Yano, Fusao Oka, Mamoru Mimura
and Shinji Takigawa****New Testing Technique for Muddy Clay and Theoretical Interpretations**

Proc. of the Int. Conf. on Engineering Problem of Regional soils, 1988, pp. 355-360.

沿岸構造物の建設が盛んとなる機運にあり、超軟弱粘性土の力学特性を正しく把握すべきことが変らず要請されている。しかしながら、自立しない超軟弱な粘土の変形・強度特性を従来の一軸・三軸圧縮試験で調べることは容易でない。そこで、本研究では超軟弱粘土のとくに変形特性を調べる一方法として“軟弱な粘土はその自重により変形する”ことに着目し、粘土のスランプ試験法の開発を試みた。すなわち、本試験を塑性指数の異なる3種の粘土に適用し、そのスランプ値とベーンせん断強度の関係をまず調べ、それらの間に唯一的関係のあることを明らかにした。これによって、スランプ値を知ることで、せん断強度をも推定できることを示した。ついで、攪乱された粘土の強度回復特性の解明にも本試験法が有効であることを示すとともに、弾・粘塑性体とした構成式がスランプ変形時の粘土の挙動を良く記述できることを確認し、構成式の材料定数の決定法を確立した。

キーワード： 超軟弱粘土，変形，強度，構成式

89079

Hormoz B. Poorooshab, Toshihisa Adachi and Yoshinori T. Iwasaki**Response of a Hill to Earthquake Type Disturbance**

Computers and Geotechnics, Vol. 6, 1988, pp. 179-197.

山状地形における地震動加速度の増幅現象は山状地形部の安定問題を検討する際に解明を要する課題である。とくに、直下型地震など震源が近い場合には、それによる加速度が重力加速度を超過することもある。本研究は円錐状地形を対象に地震動の増幅現象を解析的に検討したものである。すなわち、地震波動伝播の支配方程式と円錐状地形に適用可能な解に対する条件を与え、任意の3成分を有する波動に対する均質な円錐状地形の動的挙動をまず解析し、ついで成層構造を成す山状地形の挙動を検討した。この結果、反射波が波の振幅および波形に大きく影響を与えることと3方向の波動成分を同時に考慮することの重要性が明らかとなった。なお、成層構造から成る地盤の地震時安定性問題は Newmark や Lin らによってすでに検討されているが、それらは1方向の波動成分のみを対象としたものであるから、反射波の影響と3方向成分を考慮した本解析は一般性を有するといえる。

キーワード： 地震，波動伝播，山状地形，増幅

89080

Toshihisa Adachi, Hormoz, B. Poorooshab and Fusao Oka**Mechanics of Orthogonally Reinforced Sand**

Proc. Int. Symp. on Theory and Practice of Earth Reinforcement, 1988, pp. 51-56.

本研究は、立方体網目状の補強材によって補強された粘着性のない砂質土に対する構成式を補強土を連続体と考えることによって誘導したものである。すなわち、その誘導において、砂質土相は Poorooshab の弾一ひずみ硬化塑性体とした構成式で表現できるものとし、他方補強材相は砂と補強材間のせん断応力が所定の限界値に達するまでは引張りに抵抗できる連続体で表せるものと仮定した。ついで、砂質土と補強材とから成る複合体の構成式を複合体を構成する2相の変形が局所的に一致するように、複合体微小要素に作用する外力が砂質土及び補強材の内部応力の和と等しいとすることで誘導した。この結果求まる構成式すなわち応力増分とひずみ増分の関係式は、応力増分ならびにひずみ増分の空間内で特異点をもたない行列で表されるから、この種の補強砂質土地盤の解析に直接適用できるものである。

キーワード： 砂質土，補強土，構成式

89081

Toshihisa Adachi and Fusao Oka**A constitutive Model for Frozen Sand**

Proc. of 6th Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics,

Vol. 2, 1988, pp. 727-732.

凍土は、時間依存性を有し、ひずみ硬化・軟化型の応力—ひずみ関係を示すことが知られている。

本研究は、凍土の上記の力学挙動を記述する構成式の構築を試みたものである。すなわち、実時間に代えて、ひずみ量を導入することで、堆積軟岩のひずみ硬化—軟化挙動を記述する足立・岡（1985）の弾—塑性構成式を、凍土に対しては時間依存性挙動を表現し得るように、弾—粘塑性モデルとして拡張したものである。

本構成式の適用性については、 -10°C — -50°C の温度範囲で実施した凍結砂の三軸試験結果によって検討した。すなわち、凍結砂の応力—ひずみ関係に与える、せん断ひずみ速さ、温度および拘束圧の影響を構成式に含まれる材料定数決定に考慮することで、本構成式が凍結砂の三軸圧縮時の力学挙動をよく説明できることを明らかにした。

キーワード： 凍結砂，構成式，時間依存性，ひずみ硬化・軟化，弾—粘塑性モデル，三軸圧縮試験

89082

Toshihisa Adachi, Tadashi Kikuchi and Ko Kimura**Behavior and Simulation of Soil Tunnel with Thin Cover**

Proc. of 6th Int. Conf. on Numerical Method in Geomechanics, Vol. 1, 1988, pp. 3-12.

わが国の都市トンネルは地下水位の高い軟弱な沖積、洪積層を対象地山として、各種既設構造物に隣接して建設することになるから、地下水の影響を的確に把握することともに既設構造物への影響を極力抑え、安全に施工することが必要である。

本研究はかぶりの小さい砂質地盤に標準山岳工法を適用してトンネルを建設する際、地下水位がトンネル周辺地山に及ぼす影響を定性的に考察し、さらには近接構造物への影響を軽減するにはいかなる加背割が最適であるかを判定するために、試験的に実施された施工実績を解析的に検討したものである。すなわち、砂質地山トンネル掘削時に観測される不連続的変位挙動に着目した解析を適用し、まず地下水位が高い場合には周辺地山は液状化することを明らかにし、次いで加背割の相違については、その相違よりもトンネル閉合をできる限り切羽に近づけることが重要であることが判明した。

キーワード： トンネル，砂質地盤，地下水位，加背割

89083

足立紀尚・木村 亮・多田 智

室内模型実験による地すべり抑止杭の抑止機構に関する考察

土木学会論文集, 400号Ⅲ-10, 1988年, 243-252頁。

現在わが国では、地すべり防止対策工法として、抑制工とともに地すべり抑止杭による抑止工法が多用されている。本論文は室内モデル実験により、引張り領域に打設した地すべり抑止杭の抑止機構の解明を試みたものである。また、本実験は地盤を約90度回転させ、底部が一樣に降下する降下床によって地盤の流動を発生させている点に特徴があり、地盤材料としては砂質地山を想定している。杭体に作用する土圧と杭周辺地盤の変形挙動に着目し、以下の点に考察を加えている。

- 1) 杭前面の地盤の移動状態とアーチ効果
- 2) 杭体に作用する土圧の変化と、各種パラメーターが与える影響
- 3) 適正な杭中心間隔および杭配置に対する検討

キーワード： 地すべり抑止杭，室内モデル実験，杭前面のアーチ効果

89084

足立紀尚・木村 亮・多田 智・宮本和男

地すべり抑止杭の抑止機構に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 161-175頁。

わが国の地すべり災害の歴史は古く、現在でも地すべり危険地帯が数多く指定されており、地すべりをいかに防止するかは重要な問題である。地すべり防止対策工法として適用されている地すべり抑止杭は、地盤と杭の相互作用により杭体に作用する水平荷重が定まり、その挙動は複雑である。筆者らは、現在までに地盤材料にアルミ棒積層体を用いた簡単な室内模型実験により、地すべり抑止杭の抑止機構の解明を試みた。本実験の対象としている抑止杭は、砂質地山を対象とし、引張り領域に打設した杭である。

本論文では、従来の実験をさらに発展させ以下の点にポイントをおいて、実験的に抑止機構の解明を試みた。

- 1) 杭前面のアーチ作用と抑止機構
- 2) 杭幅、杭形状が抑止機構に与える影響
- 3) 空気圧制御による載荷実験
- 4) 杭周辺地盤のひずみ分布
- 5) 2杭間に段差がある場合のアーチ作用

キーワード： 地すべり抑止杭，地盤と杭の相互作用，アーチ効果，模型実験

89085

K. Sassa**Geotechnical Model for the Motion of Landslides**

"Landslides" A. A. Balkema/Rotterdam, pp. 37-55.

地すべりの運動の物理的モデルおよびその物理的モデルに基づいた地すべりの運動のシミュレーション法の研究である。佐々が開発した高速リングせん断試験機により土砂の運動時のマサツ角を求め、また、地すべり運動時のせん断面の間ゲキ水圧発生機構を3タイプに分け、その中の運動距離が長くなる場合について、発生間ゲキ水圧を推定する式とその定数測定法を提案した。そして運動時の真のマサツ角と間ゲキ水圧より、運動時の見かけのマサツ角を計算する式とこれを用いた地すべりの運動モデル「改良そりモデル」を提案した。さらに、これに運動土塊の変形のし易さを表わすパラメータ「水平土圧係数」を導入した地すべりのシミュレーションモデルを開発した。このモデルを1984年の御岳大崩壊の運動に適用したところ、使用したパラメータの実測値、運動距離、運動範囲とも実際の現象と十分合致する結果を得た。

キーワード： ハザード・マップ，地すべり，斜面崩壊，内部摩擦角

89086

海堀正博・佐々恭二・栃木省二

山腹崩壊土砂の運動中の摩擦係数に関する研究

新砂防，41巻3号，1988年，3-10頁。

単純せん断試験，定体積一面せん断試験，定圧一面せん断試験，現場一面せん断試験など各種のせん断試験法を比較した結果，せん断中の体積変化がゼロになる限界間ゲキ比の状態（残留状態に対応する）では，いずれの試験方法も同じ内部マサツ角を与えることを示した。また，高速リングせん断試験によるガラスビーズ，豊浦標準砂，川砂などの試験結果よりせん断速度にかかわらず，運動時の内部マサツ角は常に残留時のマサツ角と等しいことが見出された。このことから，山腹崩壊土砂の運動中に発揮される内部マサツ角は残留時の内部マサツ角と等しく，残留時のマサツ角はリングせん断試験によって求められるほか，一面せん断試験においてせん断中の堆積変化がゼロになるような限界間ゲキ比で試験することによって求められることが分かった。

キーワード： 斜面崩壊，山崩れ，内部摩擦角，ハザード・マップ

89087

Y. Taniguchi, M. Takahashi and K. Sassa**Determination of The Sheared Thickness of Torrent Sediment Deposit
by Debris Flow**

Proc. Internationales Symposion "INTERPRAEVENT 1988", Vol. 2, 1988, pp. 193-212.

土石流が溪床を流下する時、溪床堆積物をえぐるが、そのせん断深さを調べるためにモデル実験を行った。モデル実験は研究対象の桜島の土石流の1/50のスケールで行い、フルードの相似則を満足するように、試験材料の比重は実験スケールの1/2乗の0.4~0.5を持つ軽石を用いた。モデル実験では堆積物内のせん断応力分布の自記記録とせん断深さと土石流段波のハイスピードカメラ（100コマ/秒）による撮影を行った。その結果より土石流の巾が溪床の巾より小さい場合に関して、土石流段波の高さと溪床堆積物のせん断応力およびせん断深さの関係式を導いた。

キーワード： 土石流，模型実験，すべり面

89088

Masahiro Kaibori, Kyoji Sassa and Seiji Tochiki**Betrachtung über Die Bewegung der Absturzmaterialie**

Proc. Intenationales Symposion "INTERPRAEVENT 1988", Vol. 2, 1988, pp. 227-242.

斜面崩壊土砂の運動について過去に日本で発生した斜面崩壊の高さ、勾配、運動距離について統計を集め、崩壊斜面の勾配と運動土塊の等価マサツ係数が比例することを見出した。一方、佐々の開発した高速リングせん断試験機を用いて土砂の運動時のマサツ角を調べたところ、運動時のマサツ角は速度に依存せず、残留時のマサツ角とほぼ等しいことが明らかになった。このことから、等価マサツ係数は運動時のマサツ角（残留時のマサツ角）と運動中の間ゲキ水圧によって決まることが推定された。そして、実際の斜面崩壊のかなりのものが、運動中の間ゲキ水圧ゼロに相当し、鳥根県中場の斜面崩壊などが運動中にも間ゲキ水圧が残留しているケースであることが分かった。

キーワード： 斜面崩壊，山崩れ，内部摩擦角，ハザード・マップ

89089

諏訪 浩

焼岳の土石流

第20回砂防学会シンポジウム「火山砂防を考える」講演概要集，1988年，35-47頁。

火山における砂防という観点から，焼岳東斜面に発生する土石流の実態と火山斜面の地形変化過程について論じた。まず焼岳の火山噴火史を要約し，最近の1962年の噴火によって始まった上々堀沢における土石流の頻発化について説明した。つぎに土石流が，ごく短時間に生じる表面流の速い動きによって発生していること，また土石流の発生のための流量条件が季節的に変化している実態と溪床堆積物の形成過程について述べた。土石流の動態に関しては，その物理特性，水理特性および谷地形への影響について詳述した。さらに，土石流の堆積過程には，大きな石礫から停止していくという各個堆積過程と土石流堆を形成するような集合堆積過程があり，扇頂溝の伸縮と方向転換によって土石流の流走方向と到達距離が左右され，その結果として扇状地が成長発達していることを示した。また，上々堀沢においてこれまでに試験施工された二種類の土石流対策工法の結果を報告した。

キーワード： 火山，砂防，焼岳，土石流，地形変化，土石流対策工法

89090

諏訪 浩

土石流の発生と谷地形の変化

奥田節夫教授退官記念シンポジウム 災害地形学最前線，1988年，83-104頁。

土石流は谷の下流において災害を引き起こすだけでなく，源流から扇状地に至るまでの広い範囲において谷地形を大きく急速に変える。一回の土石流によって生じる地形変化と，さらに長い年月をかけて進行する地形変動の実態を明らかにすることは，災害地形学の重要な課題である。このような観点から，主として焼岳上々堀沢における現地計測と地形変動調査の成果を総合的に検討した。まず，土石流の動態を(1)溪床堆積物の形成過程と，土石流の(2)発生，(3)流動，(4)堆積の四つのプロセスに分け，それぞれの ①地形条件と土石の分布条件 ②土石の移動・運搬過程の実態とその力学的メカニズム，とくに選択的再配分の特性 ③結果として進行する谷地形の変化や変動の特性を詳しく検討した。今後の課題としては，堆積材料の物理特性を把握した上での土石流の発生や流動のメカニズムの解明と，活火山における火山活動に規制された地形変動特性の検討が重要であることを述べた。

キーワード： 土石流，地形変化，焼岳，火山活動，侵食谷，扇状地

89091

Hiroshi Suwa**Focusing Mechanism of Large Boulders to a Debris-Flow Front**

Trans., Japanese Geomorphological Union, Vol. 9, No. 3, 1988, pp. 151-178.

土石流の先端へ大岩塊が集中する現象が、流れの中で生じる逆グレイディングの過程と上層での高流速によって生じるとする従来の定説が必ずしも十分ではないことを実験によって示し、傾斜水路上に模擬土石流を発生させ、大粒径粒子の先端集中現象を再現させて、個々の粒子の運動を計測した。そして、急傾斜の斜面上で一定速度で流下する一様な泥流段波の中の石礫の運動モデルを解析して、石礫の終末速度が段波の速度より大きく、かつ粒径が大きいほど早くなることを示した。さらに、斜面上の水流中での石礫について、粒径の大きな石礫ほど流れに entrain され易い条件のあることを見いだした。すなわち、土石流の発生過程において大きな粒子から順に流れに取り込まれ易いという基本的な傾向が存在し、さらに土石流の中で大きな石礫ほどより早く流れの先端に追いつくという顕著な特性のために、土石流先端部には多量の大礫が集積することを明らかにした。

キーワード： 土石流，先端集中，巨礫，選択的とり込み，粒度偏析

89092

H. Suwa and S. Okuda**Seasonal Variation of Erosional Processes in the Kamikamihori Valley of Mt. Yakedake, Northern Japan Alps**

Catena, Supplement, Vol. 13, 1988, pp. 61-77.

焼岳上々堀沢において、谷壁からの落石過程を定点写真撮影によって、溪床での堆積・侵食過程を地上測量の反復によって計測し、季節的な地形変化特性を検討した。谷壁から溪床へという谷の横断方向への岩屑の移動は落石や崩落によって進行していた。平面型の谷壁では気温が 0°C を挟んで昇降する春先に落石が最も活発となるのに対し、集水型の谷壁では急速な融雪や夏期の大雨時に活発であった。集水型斜面の脚部には崖錐が形成されるため、谷底には階段状の溪状縦断形をなして土石が蓄積する。谷底の地形変化は流下する土石流の規模によって大きく異なっていた。冬季の積雪が谷を埋めた後は再び次の年の侵食・堆積過程につながっていく。落石量から求めた谷壁における削剥速度は谷壁の後退速度として 10 cm/年のオーダーであり、この値から見積られる土砂移動の総量は既往の空中測量や土石流の流出量から計測された平年の土砂流送量の総量のオーダーと一致していた。

キーワード： 落石，土石流，谷壁，溪床，季節的，地形変化

89093

Hiroshi Suwa, Setsuo Okuda and Noboru Miyamoto**Debris Flows and Topographic Change in a Valley on the Yakedake Volcano, Japan**

Proc. of Kagoshima International Conference on Volcanoes, 1988, pp. 650-653.

火山においては噴火活動の再開によって土石流が発生するようになるケースが多い。焼岳上々堀沢も、まさしく焼岳の前回1962年の噴火が契機となって土石流が頻発するようになった例である。当時の記録と、1970年に開始した土石流観測と地形変動調査の現在に至るまでのデータとを総合すると、前回の噴火以降、年を経るにつれて土石流の流動材料が泥質を主体とするタイプから礫質タイプへと変化し、発生の頻度や規模が小さくなってきていることが分かった。これは度重なる崩落や土石流の発生による侵食の結果、谷の地形条件がおおむね安定化の方向へ向かって変化してきたためだと考えられる。このような認識のもとに、現在生じている土石流の発生過程と流動過程および堆積過程についての観測結果を説明するとともに、発生域の谷の侵食形態と侵食速度の観測結果および、土石流の首振り現象によって進行する扇状地の発達過程を明らかにした。

キーワード： 火山，噴火，焼岳，土石流，侵食谷，地形変化

89094

諏訪 浩**土石流先端への大岩塊の集中機構**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-1，1988年，139-151頁。

大岩塊が土石流の先端へ集中する現象を、焼岳上々堀沢における観測によって定量的に計測し、さらにこのメカニズムを明らかにするための実験を実施し、力学的な解析を行った。まず、傾斜水路に混合粒径粒子と水を用いて模擬土石流を流下させ、大粒子の先端集中を再現した。つぎに、単一粒子を用いても、粒子が水流段波先端へ集中することを明らかにしたが、その運動は粒径によって異なり、大きい粒子ほど高流速を獲得し、より早く先端に追いつくことを示した。このプロセスについて、石礫にかかる重力と摩擦力および抗力を評価した運動モデルによる検討を行った結果、谷の上流において一定速度で流下する一様な泥流段波に石礫が取り込まれて動き始める場合を想定すると、石礫はごく短時間で段波の流速より大きな平衡速度に達する。この平衡速度は石礫の粒径が大きいほど大きくなる特性があり、石礫が大きいほどより早く段波先端に追いつくことを明らかにした。

キーワード： 土石流，巨礫，先端集中，平衡速度，抗力，重力，摩擦力

89095

奥 西 一 夫

斜面崩壊

奥田節夫教授退官記念シンポジウム 災害地形学最前線, 1988年, 49-60頁。

地形学的立場からの斜面崩壊の予知・予測について、従来の研究の総括と今後の展望を述べた。斜面崩壊の発生を正確に予知・予測するためには、安定な斜面が不安定になるというプロセスをふまえた理論が必要となり、地形発達論、水文地形学および土質力学の立場からのアプローチを総合化する必要があることを、表層崩壊、基岩すべりおよび火山体の崩壊を例に取って、従来の研究の流れに即して議論した。さらに大規模な斜面崩壊に引き続くトランシェントな地形変化と、それによる災害ポテンシャルの変化、およびその予測について、定性的な議論をおこなった。今後の展望としては、斜面崩壊の規模-頻度関係に基づいて、タイムスケール別の予測方程式を確立し得ること、および動土質力学の発展により、崩壊時期、崩壊規模、崩壊様式を正確に予測し得るとの見通しを述べた。

キーワード： 危険度、予知、予測、斜面崩壊、崩壊災害、地形、地形学、火山、山地、山腹、地形発達、地下水、水文地形学

89096

奥西一夫・斎藤隆志

滋賀県湖北地域の流出特性 その1. 石田川流域

水資源研究センター研究報告, 第8号, 1988年, 25-39頁。

石田川流域における6年近い現地観測の結果にもとづいて、同流域の流出特性を総括した。各部分流域の比流量にはかなりのばらつきがあり、基岩の破碎による地下水の漏入出が示唆される。この流域は暖地性積雪域に属し、降雪量が多いので、融雪特性が河川流域に大きな影響を与えるが、流域の流出特性自体はインプットが融雪水であっても雨水であっても不変である。流出特性は石原・小葉竹および鈴木ほかのタンクモデルによって解析したが、これらのモデルがよく適合することから、成帯構造が顕著な表土層中に形成される側方流が斜面流出を決定する主なファクターになっているように思われる。土砂流出は強雨時に大きくなるが、水文量との関係は一意的でない。溶解物質の濃度は、各流出成分が固有の濃度を持っていると仮定して解析したが、その固有濃度は季節によって大きく変化する。

キーワード： 水文、積雪、融雪、降水量、流出解析、比流量、流域、水資源、水質、溶存物質、土砂流出

89097

Kazuo Okunishi, Hiroshi Suwa and Shuji Hamana**Hydrological Controls of Erosion and Sediment Transport in Volcanic Torrents**

Hydrological Sciences Journal, Vol. 33, 1988, pp. 575-587.

長野県焼岳東斜面のような透水性のよい火山斜面を下刻する溪流では土砂輸送は専ら土石流によっておこなわれることが多い。土石流の発生は表流水流量によってほぼ決まり、それには10～20分間の平均降雨強度が関係する。それに対し、土石流発生域に供給される掃流土砂の量は長期間にわたる有効降雨強度の積分値に比例する。土石流によって輸送される土砂量は、発生域付近ではそこに貯流されている土砂量に依存するが、土石流の流下に伴って、平衡濃度が達成されるように侵食または堆積が起る。平衡濃度は土石流の規模に依存し、後者は溪床における水の貯留量によって決まるように思われる。したがって下流部における土砂輸送量は土石流発生前の1時間ほどの間における有効雨量の関数である。このように、降雨強度の時間配分によって土石流の発生の有無や土石の侵食・堆積域の分布が変化する。この変化は複雑であるが、適切な水文解析により予測可能である。

キーワード： 土石流, 土砂災害, 土砂収支, 土砂流送, 侵食, 岩屑, 火山, 山地河川, 水文, 流出解析

89098

柏谷健二・太井子宏和・川谷 健・沖村 孝**六甲山系の湖沼堆積物の粒度組成の変動と崩壊環境**

地形, 9巻3号, 1988年, 193-200頁。

六甲山系では、これまで豪雨時に大規模な地滑りや崩壊が発生しており、それにより神戸市近辺は、過去100年の間に数回もの厳しい自然災害にみまわれてきた。本研究では、土砂災害に関する研究成果が蓄積され、山地での地表変動との対応が比較的容易であると考えられる六甲山系を対象として、湖沼堆積物の解析から地形変化を促す侵食力の編年を試みた。調査対象に選んだ二つの湖沼で採取した堆積物コアを、それぞれ厚み1cmごとに切断した資料について、粒度組成等を測定した。これらの物理量測定値の鉛直分布は、相対的な時間尺度を導入することにより時系列データに変換され、さらにバンドパスフィルターをかけることにより基本的な変動パターンが抽出・検討された。以上の解析結果から、昭和42年7月豪雨災害に対応づけられる特異な変動時期が明らかになり、そこでは流域における大規模な崩壊等を示唆する粗粒物質の流入が顕著であることが確かめられた。

キーワード： 六甲山系, 崩壊, 湖沼堆積物, 粒度分布, 昭和42年7月豪雨災害

89099

芦田 和 男

土砂の生産・流出現象と災害

土木学会論文集, II-9, 393号, 1988年, 21-32頁。

本論は土砂災害の予知と対策の基礎をなす土砂の生産・流送現象に関して従来の研究成果を総括するとともに今後の研究動向を展望したものである。内容は次のとおりである。

○土砂の生産・移動形態と流出のシステム

○土砂の生産・流送に関する研究の概況

(現地観測・メカニズムの究明・土砂輸送の不均衡による地形変化の予測と Sediment Routing への挑戦・海外における研究状況)

○地面浸食

○土石流

(土石流の実態発生, 流動機構, 土石流の堆積機構と危険範囲の予測)

○大規模崩壊の流動

○河道浸食と流砂

○貯水池の土砂問題

(堆砂機構と堆砂予測・堆砂対策・濁水問題)

○流出土砂量の予測

○土砂災害の防止・軽減

キーワード： 土砂生産, 浸食, 土石流, 貯水池の土砂問題, 流出土砂量の予測

89100

芦田和男・沢田豊明・江頭進治

山地流域における出水と土砂流出(17)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 395-409頁。

本研究は穂高砂防観測所における観測成果をまとめたもので, 山地流域における土砂生産とその流出の実態を明らかにしたものである。土砂生産については, 裸地斜面の浸食において凍上・融解および降雨強度が大きな役割を演じていること, ガリ壁の浸食では浸食量がガリ壁の高さに比例していることを明らかにした。河道における土砂流出については, ヒル谷試験流域の支川の溪流・河道浸食と本川の河道のプール堆砂量が土砂流出において重要な役割を演じていること, 年間流出土砂量が最大日雨量に支配されていることを明らかにした。土石流については, 土石流発生域の河床への降雨の浸透と土石流の発生について検討を行った。さらに, 透過性ダムによる土石流の調節について, 透過モデルおよび土石流の支配方程式を用いて数値解析を行い, これらの結果と観測資料の比較を行った。

キーワード： 土砂生産, 土砂流出, 浸食, 土石流, 砂防ダム

89101

江 頭 進 治

土石の流動機構

災害地形学前線（奥田節夫退官記念シンポジウム），1988年，63-81頁。

本論は，山崩れに伴う崩土の運動および土石流に関する基礎研究の現状について批評と展望を行ったものである。

まず，これまでに提案されてきた崩土の運動則について比較を行い，移動抵抗としてクーロン力のみを考慮したものは多くの面で矛盾をきたしており，発展の可能性は殆どないことを述べ，移動抵抗としてクーロン力ならびに速度依存型の抵抗を考慮しなければならないことを明言した。速度依存型の抵抗を考慮した研究の代表例として芦田・江頭らの研究を取り挙げ，これによれば，移動速度や到達距離などが合理的に説明できることを示した。ついで，土石流の流動則の具備すべき条件について議論し，芦田・江頭らの研究を紹介した。これらに基づいて，一次元および二次元支配方程式を導き，その適用例を示している。さらに，崩土の運動則は，土石流の支配方程式の体積積分形であることを示し，崩土と土石流とは統一的に扱えることを述べた。

キーワード： 崩壊，土石流，集合流動，土砂流出，土砂災害

89102

芦田和男・江頭進治・矢島 啓

土石流の流動・堆積機構

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，411-422頁。

土石流のせん断応力は，粒子間摩擦と間隙を埋めている水の乱れに起因するものと考えて，土石流の流速分布則を導いた。これは，粒径の様な砂粒子と水の混合物を用いた水路実験ならびにビーズと水の混合物を用いた水路実験の結果と比較され，その妥当性が検証されている。ついで，土石流における固体粒子の浸食・堆積速度式を提示するとともに，これに基づいて土石流の一次元支配方程式を導いている。これは，質量保存則，運動量保存則および河床位方程式から構成されている。提案した支配方程式の妥当性を検討するため，砂粒子やビーズを用いて土石流の堆積過程を調べ，これらの結果と支配方程式による数値解とを比較した。その結果，支配方程式を用いて土石流の浸食・堆積現象が評価できることが判明した。

キーワード： 土石流，土砂生産，土砂流出，土砂災害

89103

芦田和男・江頭進治・樽屋啓之・里深好文・高村裕平

砂防ダム堆砂域の浸食と流路の形成機構

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，507-523頁。

本研究は，砂防ダム堆砂域における水みちの形成過程と土砂流出現象との関連性について，水路実験や理論解析を通して検討している。水路実験により，給砂のない条件では，水みちは上流側から発達し，砂州の移動に強く依存して変動することがわかった。種々のモードをもつ有限振幅河床擾乱の発達・減衰条件を数値解析により求め，水みちの形成領域に関する考察を行っている。これによると，水みち数は B/h に強く依存することが判明した。この方法を用い，流路の平衡横断形状と水面幅を計算し，さらにこれを一次元支配方程式に適用することにより，河床変動や流出土砂量に関する解析を行っている。さらに，この解析法に改良を加え，水みち形成のプロセスを考慮した解析法を提案した。これは一次元解析により平均掃流力の縦断分布を推定し，これに掃流力および浸食・堆積速度の横断分布式を導入することにより，流砂の縦横断分布等を追跡する方法であり，それによって現象をほぼ推定できる。

キーワード： 浸食現象，水みち浸食，流路変動，土砂流出，砂防ダム

89104

芦田和男・江頭進治・樽屋啓之

土砂堆積域における流路の形成過程

水理講演会論文集，1989年，367-372頁。

本研究は，水みち浸食・流路変動による土砂流出現象を評価することを目的として進めているものである。まず，土砂堆積領域における水みちの形成条件を非線形不安定解析によって明らかにし，水深一粒径比と幅―水深比の平面上に水みちの形成領域を示した。ついで，掃流力の横断分布を考慮し，砂粒子の浸食過程が卓越する場合の平衡横断形状の解析法を示すとともにそれによる横断形状と水路実験によるものとを比較して良好な結果を得ている。これらを基礎として，水みちの形成過程を考慮した一次元解析法による河床変動・流出土砂量の追跡法を提案した。これは，従来の一次元解析法によって断面平均水理量を算定した後，掃流力の横断分布と流路の横断形状を算定するような方法である。この方法によれば，この種の問題を扱う場合に重要な水みち幅は自動的に算定される。

キーワード： 土砂生産，土砂流出，流砂，浸食，流路変動

89105

芦田和男・江頭進治・西野隆之

混合砂礫床の粒度分布変化と流砂の機構

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 423-441頁。

本研究は、河床を構成する全砂礫が移動する条件においてみられる河床表層の粗粒化現象と下層の細粒化現象に着目し、水路実験や理論解析によってこれらを検討したものである。まず、混合砂を用いて流砂が量的にも質的にも変化しない平衡状態において、河床表層が粗粒化し、その下層に細粒化した層が形成されることを水路実験によって確めた。さらに、定常給砂・非定常給水の条件のもとで水路実験を行い、平衡状態におけるものと同様の現象が現れることを示した。ついで、このような粒度分布の形成を説明するため、従来の選択的輸送の概念に加えて、河床における粒子の垂直移動の概念を導入し、粒度分布予測のための多層モデルを提案した。これによれば、表層の粗粒化現象と下層の細粒化現象とが評価できる。本モデルの妥当性は、上述の水路実験の結果とこれによる数値解とを比較することによって検証されている。

キーワード： 流砂, 粗粒化, 分級現象, 混合砂, 河床変動

89106

Shinji Egashira and Kazuo Ashida

Roles of Step-Pool Morphology in Sediment Transportation

Proc. 6th Cong. APD, International Association for Hydraulic Research,

Vol. 1, 1988, pp. 29-36.

山地河川における流砂の量的・質的変動と階段状河床波の消長との関連性について考察したものである。まず、階段状河床波（以下、河床波）の発生条件や形状特性値に関する従来の研究を概括した後、形状特性値と流れの抵抗との関係式を導いている。ついで、河床波の形成・破壊を伴う場合の流水抵抗、流砂の量的・質的変動を水路実験によって調べ、流れの抵抗は上述の抵抗式に従うことを確認している。さらに、このような流砂現象を評価するための一次元支配方程式を導いている。これは、流れの連続式、エネルギー式、河床位式、粒径別流砂量式、および河床の粒度分布式から構成される。これによれば、流砂の量的・質的変動は、流量による変化はもちろんのこと、流水抵抗の変化や河床の粒度分布変化を通して評価される。支配方程式は、上述の水路実験に適用され、流砂の量的、質的変動や河床材料の変化に関して良好な結果を与えることが示されている。

キーワード： 流砂, 山地河川, 階段状河床波, 混合砂, アーマーコート

89107

芦田和男・江頭進治・中島智彦

水平管路における土砂輸送形態と流砂機構

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，489-505頁。

開水路における掃流砂や土石流に関する研究成果を適用して，管路における堆積層流れ，部分堆積層流れおよび摺動層流れの発生領域を明らかにするとともに，摺動層流れには plug flow, partial plug flow および shear flow の領域が形成されることを明らかにした。ついで，管路実験によって流砂形態を観察し，上述の発生領域の妥当性が示された。さらに，各流砂形態における土砂輸送量あるいは排出土砂濃度と無次元流量，エネルギー勾配（動水勾配）との関係式を導いている。ここで，掃流砂量式や土石流の流速分布に対し，砂層表面と水流層との境界において shear interaction を導入している。このようにして導かれた関係式は，管路における土砂輸送実験の結果と比較検討され，その妥当性が検証されている本論で導かれていた関係式によれば，従来，経験的に処理されてきた現象のより一般的な評価が可能となる。

キーワード： 管路流，流砂形態，摺動，掃流，集合流動

89108

芦田和男・江頭進治・足立幸郎

蛇行水路における河床変動に関する研究

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，443-459頁。

本研究は，蛇行水路における流れと河床変動について考察したものである。まず，蛇行水路において，初期平坦床から平衡河床へ至るまでの河床変動過程を水路実験において追跡し，深掘れの位置が初期には流路中心軸の転向点よりも下流側に生じ，次第に上流側へ移動し，最大弯曲部の下流約30度付近まで移動して平衡状態が達成されることなど，多くの特性が明らかにされた。ついで，平坦床および平衡河床における二次流を測定し，二次流は，流路の平面形状ばかりでなく横断形状の影響を強く受け，平衡河床上においてとくに発達することが示された。さらに，二次元浅水流モデルに対して二次流を考慮して作成したモデルを用いて平面流れや河床変動に関するシミュレーションを行い，モデルに含まれる二次流の強度定数や粗度係数，あるいは砂粒子の摩擦係数などの役割を明らかにするとともに，このモデルによって河床変動追跡ができることを示している。

キーワード： 蛇行水路，河床変動，蛇行流，二次流，流砂

89109

K. Ashida, M. Fujita and B. Y. Liu**Suspended Load Transport in Compound Channels**

Proc. 6th Cong., APD, IAHR, Vol. II, No. 1, 1988, pp. 75-82.

複断面河道では、低水路上の高速流と高水敷上の低水流の混合による強いせん断が生じるため、流れの運動量や浮遊砂が横断方向に輸送され、流速や濃度の横断分布が形成される。そこで、本研究は、複断面水路における横断方向の流速分布および拡散係数について検討するとともに、浮遊砂濃度分布特性、および高水敷上の堆積量分布特性について考察した。また、一般的な流速の横断分布式と運動方程式から横断方向の渦動粘性係数を評価し、それより横断方向の拡散係数を算定した。したがって、任意の水理条件や水路の幾何条件に対して適用できるという特徴があり、また拡散方程式にそれを用いて濃度分布や、堆積量について数値解析した結果、実験で得られたそれらの特性をほぼ再現することができた。しかしながら、拡散係数の解析において、 $Z=\Delta$ の位置でのせん断応力の評価法や二次流の影響など、さらに検討しなければならない点もある。

キーワード： 複断面河道，流速分布，浮遊砂，拡散係数，堆積

89110

芦田和男・藤田正治・劉炳義**複断面直線水路における浮遊砂の流送・堆積機構(2)**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，461-475頁。

本研究は、複断面直線水路における流れの特性、浮遊砂の低水路から高水敷への輸送・堆積過程について実験的・理論的検討を行ったものである。横断方向の流速分布特性、浮遊砂の濃度分布特性、および高水敷上の堆積量分布特性などについて詳細な実験より考察した。横断方向の拡散係数は、複断面水路上の浮遊砂の流送過程を解析するための最も重要なパラメータの一つである。本研究では、一般的な流速の横断分布式と運動方程式から横断方向の渦動粘性係数を評価し、それより横断方向の拡散係数を算定した。したがって、任意の水理条件や水路の幾何条件に対して適用できるという特徴があり、また拡散方程式にそれを用いて濃度分布や堆積量について解析した結果、実験で得られたそれらの特徴をほぼ再現することができた。

キーワード： 複断面，浮遊砂，拡散係数，流速分布，堆積

89111

芦田和男・澤井健二・謝 正倫

二次元水域における砂州の発達・変動過程に関する研究(2)

——浮遊砂および沿岸流の及ぼす影響に関する実験——

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 477-487頁。

本研究は、浮遊砂成分を含む混合砂の流出による三角州の発達過程について、屋内実験を行い、その機構を明らかにしようとしたものである。実験には、直線水路と長方形水槽部とを接続した装置を用い、水路部上流端から定常的な給水と給砂、水槽部右側から給水、左側および下流端から排水を行った。その結果、混合砂の場合にも掃流砂の場合と同様に、河口部に扇形の段丘が形成され、それがほぼ相似形を保ちながら時間とともに拡大していくが、その前縁を浮遊砂成分が通過して、さらに下流域へ拡散し、顕著な分級堆積の生じることが明らかにされた。また、沿岸流がある場合には、三角州の形成の初期段階では、水路部からの流出水と流出土砂が沿岸流の影響を受けて、その方向に偏っていき、左右非対称の砂州が形成されるが、時間の経過とともにその影響は弱まり、全体的な三角州の発達には大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。

キーワード： 河口、堆積、デルタ、浮遊砂、沿岸流

89112

C. L. Shieh, K. Ashida and K. Sawai

Mechanism of Development of Alluvial Fan in an Estuary Caused by Bed Load

Proc. 6th Congress, APD-IAHR, Vol. II, No. 1, 1988, pp. 131-138.

河口部、湖、貯水池など、広い水域に土砂が流出する場合、しばしば三角州が発達する。本研究は、掃流砂による三角州の発達過程を、その上に形成される流動変動に着目して、実験的に検討したものであり、次の結果が得られた。

- 1) 三角州の形成の初期段階では、流れは噴流の様相を呈し、砂州は横断方向にはあまり広がらずに、流下方向に伸びていくが、砂州長が大きくなると、砂州の前進が一時停止して、横方向への拡大が進行する。
- 2) 堆積がさらに進行して砂州の中央部が高く盛り上がると、横断方向に流路が形成されるが、その流路は急速に直線化し、やがて河床の上昇とともに消滅する。
- 3) そのような流路変動をならした比較的長い時間スケールで見た三角州の発達過程は、砂州形状を単純な関数で近似し、砂州前線を通過する流砂量を媒介とした土砂収支を考慮することにより、定式化することができる。

キーワード： 河口、堆積、デルタ、掃流砂、流路変動

89113

江 頭 進 治

1988年7月島根・広島豪雨災害について

自然災害科学, 7巻3号, 72-77頁。

1988年7月, 島根県西部および広島県北西部を襲った集中豪雨によって, 浜田市および加計町を中心として災害が発生した。まず, 昭和37年(1968年)以後の両県における人的被害の実態を調べ, 地形条件ならびに土地利用条件の面から考えて, 両県ともに土砂災害を受けやすい条件にあることを示した。ついで, 今回の災害を対象にして, 降雨規模の面的分布と浜田市下府川流域および, 加計町一帯における災害特性との関連性について調べ, 浜田市における家屋被害や人的被害は主として崖崩れによってもたらされ, 加計町のそれは土石流によるものであることを明らかにした。さらに, 加計町の土石流は, 調査溪流54のうち18溪流で発生し, これはいずれも山腹崩壊によるものであることを明らかにした。また, 18溪流の土石流の半数が扇状地や太田川本川まで流出し, 残りは流下途中で停止したり, 砂防ダムに貯留されたことを示し, 土石流調節に関する貴重な情報を提供している。

キーワード: 集中豪雨, 土砂災害, 崩壊, 土石流, 洪水氾濫

89114

高 橋 保

昭和40年奥越豪雨災害—真名川の河道埋塞—

二次災害の予知と対策, 3号, 1989年, 7-23頁。

昭和40年9月, 奥越地方を襲った豪雨は西谷村の中心地に土砂災害と天然ダム形成に伴う背水およびその決壊による洪水災害を惹起し, 西谷村は廃村のやむなきに至った。本論文はその災害の特徴をまとめるとともに, 著者らが開発した数値シミュレーション法によって, 中島地区が鎌田川からの土砂流出によって埋没する過程の再現と, コアゾ谷の大崩壊が真名川を堰き止めた瞬間から以後の上流部での水流の挙動の再現を行い, 家屋流失・埋没に対する検討を行っている。シミュレーション結果はいずれも良好で, 本手法が十分の適用性を持っていることが確認された。また, 二次災害防止の面から本災害を分析し, 天然ダムを形成するような大規模崩壊の可能性と, とくにその発生時刻の予測の重要性, 天然ダムの形成はその上流での災害もあり得ること, 天然ダム決壊はそれによる大洪水だけではなく河床上昇も重要であること等を指摘している

キーワード: 土砂災害, 洪水災害, 天然ダム, 流失, 土砂流, 氾濫, シミュレーション, 奥越豪雨

89115

高橋 保・匡 尚富

天然ダムの決壊による土石流の規模に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 601-615頁。

天然ダムの形成とその決壊によって発生する土石流のハイドログラフの予測法を提示している。まず、斜面崩壊土砂が溪流を堰き止めて形成される天然ダムについて、その土量および崩壊幅と溪流の地形条件によって決まるダム規模を与えた。また、溪流の水理条件とダム規模によって規定されるダム形成の限界条件も示した。次いで、ダム決壊の過程には、堤体の透水性と溪流の流量との関係に応じて、越流型、大規模崩壊型、及び進行破壊型の3種類があることを見出し、表面流による土石流発生規模予測法、堤体内浸透流の解析、浸透流水位の変化に応じた時々刻々の堤体の崩壊に対する安全性の評価と初期滑動面の設定、崩壊発生にともなう堤防体の変形と越流流量の見積り及びそれによる土石流流量の計算等の手法を用いたシミュレーション法を考案し、土石流ハイドログラフを求めた。その結果は水路実験の結果をよく説明している。

キーワード： 土石流, 天然ダム, ハイドログラフ, シミュレーション, ダム決壊

89116

Muneyuki Arai and Tamotsu Takahashi

Depositing Process of Mud Flow on Gentle Slope Bed Plunging from Steep Slope

Proc. of the 6th Congress, APD-IAHR, Vol. II, 1988, pp. 83-90.

石礫同士の間隙効果が卓越する土石流のハザードマップ作成手法には見るべき進展がなされてきたが、石礫をほとんど含まない泥流に対しては未解明の点が多い。本研究は、多量の微細粒子を含んだ流体塊の大規模混合の効果が卓越する泥流の堆積過程を示すとともに、氾濫・堆積の範囲と堆積厚さを予測する方法を与えている。

緩勾配の扇状地部へ流出した泥流はしばらくの間は事実上堆積を生ずることなく流動し、やがて堆積する。この堆積開始の場所は上流流路内での泥流の性質と下流の流路条件に依存して変化する。この堆積開始場所を求める方程式系を与え、また、この点より下流での堆積の縦断形状を解析する式を与えた。理論的考察の結果は水路実験の結果と比較され、妥当性が確かめられた。

キーワード： 泥流, 堆積, ハザードマップ, シミュレーション

89117

高橋 保・藤井由之

流下域における土石流の制御法に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1987年, 633-654頁。

新しく考案した流下土石流制御法の有効性を実験的・理論的に検討している。すなわち, 1) 両岸から互い違いに突き出させた横堤群によって, 土石流の流下速度を遅らせ, 一部分を堆積させる方法, 2) 土石流中の水分を路床あるいは側岸に設置した格子面を通して抜き取り, 土石流を停止させる方法, および, 3) 土石流に吸水剤を混入して慣性領域の流れから粘性領域の流れへ変化させ, やがて停止させる方法, について検討した。まず, 上記の構造物周辺の土石流の挙動を議論するのに適切な数値シミュレーション法を示し, 構造物による土石流の減速, 変形および停止の過程をこの計算法と水路実験によって検討した。その結果, 1) は機能的に十分有効であること, 2) については, 機能発揮のための必要長さまで明らかにされた。3) については, 粘性領域の流動則を明らかにできたが, この方法の土石流制御における有効性については検討課題が残された。

キーワード: 土石流, 制御法, シミュレーション, 横堤, スクリーン

89118

高橋 保・中川 一・佐藤広章

扇状地における土砂氾濫災害危険度の評価

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 655-676頁。

本論文では, 土石流および土砂流の流動・堆積機構に立脚した堆積過程の数値シミュレーション手法について述べている。石礫型土石流の堆積過程は, 停止の瞬間まで水と土砂とが一体となったダイラタント流体としてモデル化し, クーロン型抵抗と流体抵抗を加えた抵抗則を用いて水流の場合同様に解析できる。本手法の妥当性は水理実験によって検証された。土石流扇状地が水みち侵食されて形成される土砂流扇状地についても, 掃流砂の輸送過程として解析可能であり, その具体的なシミュレーション手法を示すとともに, その妥当性が実験によって検証された。さらに, 土石流扇状地の粒度分布特性をうまく説明できるような堆積シミュレーション法を示した。ここで与えたシミュレーション法を洞谷土石流に適用して, 実際現象がうまく説明できることを示すとともに, 土石流扇状地内の危険ランク別の危険度評価が有効であることを示した。

キーワード: 土石流, 扇状地, 危険度, シミュレーション, 土砂流, 粒度分布

89119

Tamotsu Takahashi, Hajime Nakagawa and Motoi Higashiyama
Sedimentation in Flood Plains Due to River Bank Breach

Proc. of the 6th Congress, APD-IAHR, Vol. II-2, 1988, pp. 401-408.

河川堤防の決壊に伴う洪水災害の程度を見積る際には、氾濫流による家屋の流失、全壊、半壊、浸水等の被害のみならず、流水中に含まれていた浮遊流砂の堆積による被害を見積ることが必要である。本論文では、このような見積りを可能にする手法として、浮遊砂堆積に関する数値シミュレーション法を提案し、水理実験によるモデルの適用性を検証している。すなわち、まず、一次元水路において浮遊砂の堆積実験を行い、その結果をよく説明する河床変動計算を示した。ついで、同モデルを二次元場に拡張し、堤内地における浮遊砂の堆積現象がこのモデルによってどの程度再現できるかを水理実験結果と比較して調べた。計算結果は、堤内地の緩い循環流に規定された細長い堆積形状などをよく再現したが、破堤口から流出する掃流砂量や、下流端での流出土砂量に関する境界条件設定の困難さから、破堤口近傍や下流端での堆積厚の分布の再現にやや問題点が残された。

キーワード： 氾濫，浮遊砂，シミュレーション，河床変動

89120

高橋 保・中川 一・笥 崇弘
排水路網を考慮した洪水氾濫解析

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，617-632頁。

本研究では、排水路網が存在する場における洪水氾濫水の挙動を説明し得る水理モデルを構築し、水理模型実験結果と数値シミュレーション結果とを比較検討することによってモデルの妥当性を検証した。その結果、ここで示した手法によって実験結果がある程度再現できることが確認された。ついで、本モデルを実際の災害事例である昭和57年の長崎豪雨災害における中島川の洪水氾濫現象に適用し、本手法によっても、著者らが以前得た結果とほぼ同様の結果を得ることがわかった。

本水理モデルの最大の特徴は、河道の計算と一般格子の計算を別々に行うことによって比較的大格子の空間差分間隔が採れるという点にある。その結果、総格子数が著者らの以前の方法の9分の1に減少し、計算時間の大幅な短縮化が可能となった。しかし、その反面地形情報の粗雑さから、一般格子の計算精度が悪くなることもあり、モデルの適用性と精度についてはさらに検討を要する課題である。

キーワード： 氾濫，排水路，越水，堤内地，シミュレーション

89121

高橋 保・中川 一・東山 基

洪水氾濫解析とリンクした避難のシミュレーション

第33回水理講演会論文集, 1989年, 355-360頁。

本研究においては、二次元平面流れの解析に基づいて氾濫水の挙動をシミュレートし、対象とする流域内に避難経路、交差点および避難地からなる避難ネットワークを構成して、氾濫水のダイナミックな挙動を考慮した避難のシミュレーション法を提示している。住民の避難行動を避難地までの最短経路選択問題に定式化し、経路上の氾濫水深の規模に応じた経路長に変換して任意の避難地までの最短経路を Warshall-Floyd 法を用いて求めた。その際、疲労と群衆流動とによる歩行速度の低下および避難地選択の付加条件を考慮している。

本手法を、単純化したモデル流域に適用し、破堤時刻と避難開始時刻、避難命令発令時刻およびその伝達速度との関係を種々変化させ、本モデルの妥当性を検証した。ついで、これを実流域に適用し、破堤地点や避難条件を種々変化させた解析を行い、各条件下での避難の難易を検討した。その結果本手法によって避難システムの評価が可能ながことが判明した。

キーワード： 氾濫, 避難, シミュレーション, 洪水, 破堤

89122

Yuichiro Fujita and Yoshio Muramoto

Multiple Bars and Stream Braiding

Proc. International Conference on Rivier Regime, 1988, pp. 289-300.

網状流路あるいは多列砂州の河床形態は流路の蛇行開始状態の一般化された形とみなすことができる。また、網状流路は、小出水時でも河道状況が急速かつ激しく変化するために、河川技術者に対して河道維持特上の困難な課題を投げかけている。この問題に関する基礎的な考察のために、幅の異なる3本の水路を用いて多列砂州の発生・発達と網状流路の形成過程に関する実験を行い、河床形態の変化状況の検討に基づいて流路の網状化の水理特性を明らかにした。すなわち、砂州の横断方向の列数(モード)の変化を河床平面写真と河床高測定によって把握し、それが時間的に減少していくことを示した。また、多列砂州の個々の幾何形状や発達時間が交互砂州の場合と同様の特性を持つことを指摘した。これより、各モードの多列砂州の形成条件が交互砂州の形成領域区分図の拡張によって表現可能であり、実験で観察された種々のモードの砂州の共存状況が予測できることを示した。

キーワード： 網状河道, 砂州, 河道変動, 河道形態, 蛇行河道, 水理実験

89123

Yuichiro Fujita, Yoshio Muramoto and Hirofumi Miyasaka**An Observation of River Bank Erosion**

Proc. 6th Congr. APD-IAHR, Kyoto, Vol. II, No. 1, 1988, pp. 123-130.

淀川水系宇治川 43 km 付近のやや弯曲した低水路区間において、1980年6月から継続している外岸の侵食過程について述べている。定期測量成果の検討によって、河岸近傍の河床洗掘が側方侵食を加速し、その過程は基礎実験と同様のサイクルを示すことが見出され、毎年河岸後退長と年最大（日）流量の関係からこの河岸の侵食限界と著しい侵食の生じた洪水とに対する掃流力が推定された。また、河岸の後退は、低い河岸の場合は斜面上部の崩壊によって、高い場合は底部からの迂りによって起こされ、大出水後の凹凸した平面線形を滑かにするよう継続していく。時間的に階段状を示す河岸後退は過去の履歴がその過程に影響を与えていることを示唆している。この観測区間の上下流にある水位流量観測所の水文データを用いて水理諸量を評価し、河岸の後退過程と比較して、どの時点の水理条件においてどのような状態にあった河岸が侵食されたかを検討した。

キーワード： 河岸侵食，河道変動，現地観測，河床洗掘

89124

藤田裕一郎・村本嘉雄・古川隆司

砂漣河床における中規模河床形態の形成過程

第33回水理講演会論文集，1989年，385-390頁。

水深・粒径比の大きい場合における中規模河床形態の形成過程は明確ではなく、その条件で生じ易い砂漣河床での砂州の形成も明らかになっていない。本研究では、この比が 10^2 を越える条件下での実験に基いた既研究で見出された砂漣河床上での中規模河床形態の形成過程を検証し、砂漣砂高に着目した修正パラメータを用いた形成領域区分図の適用性を吟味するために、大小2水路を用いた追加実験及びそれらを用いた検討と考察について述べている。その結果、既実験における現象の一般性が確認でき、修正領域区分図の適用性の高いことが明らかになった。また、領域区分図の支配パラメータ、水深・粒径比あるいは水深・砂漣波高比、について流水抵抗のパラメータ、水深・相当砂粒粗度高比、と有効性を比較したが、後者の流水抵抗パラメータで河床形態にかかわらず砂州の形成条件を予測することは困難であって、工学的な観点では修正領域区分図の方が優れていた。

キーワード： 河道形態，砂州，河床波，河道変動，蛇行河道，網状河道

89125

大久保賢治・村本嘉雄・李 智遠

洪水氾濫モデルに関する二、三の考察

第33回水理講演会論文集，1989年，337-342頁。

洪水氾濫モデルの数値粘性と底面摩擦の関係を考えると空間差分が数10 mの解析では数値粘性が減少するため、粗度係数を大きくとる必要がある。従って水平粘性も考慮し、底面摩擦を適切に評価することが、特に移動床の問題では重要であることを述べた。例として1983年三隅川災害について氾濫モデルによる線形計算結果を示し、有効掃流力を考慮する掃流砂の河床変動や洪水流は取扱いが可能であるが、浮遊砂の堆積については、災害時の堆積厚を説明できないことを示した。ここで堤内地の稲を考慮し、そのような植生内での流速が減少することから純沈降過程と仮定すれば堆積の実測値が得られることを示した。つぎに、氾濫水深の時間変化が小さいとし、水平粘性を考慮する渦度モデルを氾濫流れに適用し、河岸高さで二層化する方法によって河道・堤内地にわたる上層内の横断流速分布を検討し、洪水流況の変化においても植生が重要な役割を及ぼすことがわかった。

キーワード： 洪水災害，越流，土砂氾濫，粗度，氾濫原管理

89126

藤田裕一郎・村本嘉雄・八尋 裕

パイピングによる堤体の決壊過程

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，525-546頁。

パイピングによる堤体決壊は、何らかの原因で高水圧側から延びていたパイプ状の空洞によって生じる場合が一般的であると考え、堤体模型の底部にパイプ状空洞を埋め込んだ鉛直2次元の基礎実験を行い、ついで実験初期に対応した定常一様浸透流のFEM解析も試みて考察した。実験結果は、空洞の進行状況に応じた過剰間隙水圧による噴砂の発生・非発生の2グループに分けられ、前者は全て全面決壊に到ったが、後者には到らなかった場合もあった。堤体材料の粗いほど浸透流量が大きく急速に決壊するが、空洞の進行に伴う不安定化の増大は細かい材料ほど著しかった。浸透解析結果は間隙水圧の計測結果と良く一致し、空洞先端が低圧側堤体天端肩を越えていると浸出流量が急増することが判った。一方、浸出流による流体力と砂粒移動に関する簡単な考察からは、材料が細くなるほど堤体の安定性が高くなる傾向を説明することはできなかった。

キーワード： パイピング，ダム決壊，堤防，破堤，基礎実験，浸透

89127

Kenji Ookubo and Yoshio Muramoto**Vertical Water Diffusivity of Wind-Driven Currents in a Shallow Lake**

Proc. of 6th Congress APD, IAHR, Kyoto, Japan, Vol. III, 1988, pp. 193-200.

琵琶湖南湖における吹送流観測から、小さな水温差の安定成層時に流速が増大するとともに、表層の流れが風向に対して偏向することを見出し、浅水湖でも成層状態では地球自転効果を受けることを示した。室内実験によって回転に伴う抵抗の増加がエクマン数の関数になることを確認したが、実際の成層した湖において対応するパラメータは惑星境界層厚に対する全水深の比である。このパラメータは鉛直渦動粘性係数により変化し、これが成層状態に依存することを水温拡散解析で示した。安定成層時の渦動粘性係数の減少によりエクマン数が減少すると、流速差、偏向およびリチャードソン数が増大し、その際の連行によって成層が破壊して中立成層状態にもどる。浅水湖では、このサイクルが1日のうちに起こり、日成層は水平拡散を増大させた上、成層破壊によって鉛直混合が進む。

キーワード： 風，気象学，水温，安定度，拡散

89128

大久保賢治・村本嘉雄**湖流の偏向と抵抗特性**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，547-562頁。

湖の吹送流を対象に、成層時、Coriolis 効果により表層流が風下から右向きに偏向する流れの機構についてを考察した。層流の回転管路流実験から地球自転効果が重要となる Ekman 数の範囲を検討し、湖流観測値から渦動粘性係数の分布形と成層による変動について考察した。風速と成層強度によるスケーリングから深水・浅水条件を区分し、両者の中間に成層破壊過程があることを示した。観測時系列を検討し、そうした混合過程では限界 Richardson 数が現れ、激しい混合が起こることを確認した。観測で得た表層流の強い偏向は深水から混合条件に移るときに現れ、成層破壊の時間規模、すなわち数時間程度は持続する。以上より、深水・浅水条件は成層・非成層あるいは回転・非回転系の区分とも合致することが明らかになった。観測結果は、回転効果の増大とともに二次流が強化し、主流の抵抗が増加する Rossby 数相似則に従い、湖では日成層による周期的な混合形態が重要と考えられる。

キーワード： 風，気象学，水温，安定度，拡散

89129

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎

開水路底面粗度急変部の乱流構造

第33回水理講演会論文集, 1989年, 499-504頁。

本研究では、護床工等の河川構造物周辺にみられる底面粗度急変部において、水面形の遷移について検討・分類した系統的な基礎実験から、平均流速及び乱れの遷移特性と浮遊砂濃度分布の変化過程に注目して考察するとともに、 $k-\epsilon$ 乱流モデルと拡散方程式を用いた数値計算を行い、その適合性を検討した。結果を要約すれば次のようである。①水面形の遷移形態は、流量と河床勾配の組合せに対する滑面及び粗面における限界勾配との関係から3つに分類される。②流速分布及び乱れ特性は、粗度の急変に伴って底面より変化し、内部境界層を形成する。その内部では、移流及び鉛直拡散による乱れエネルギーの移動が卓越し、強い非平衡性を示す。浮遊粒子の運動は、この拡散混合によって支配される。③ $k-\epsilon$ 乱流モデルと拡散方程式を用いた数値解析結果は、実験結果とよく対応しており、粗度急変部における複雑な乱れ構造及び浮遊砂濃度の変化過程をある程度模擬できる。

キーワード： 滑面, 粗面, 浮遊砂, 内部境界層, 移流, 鉛直拡散

89130

Yoshiaki Iwasa, Kazuya Inoue and Huihua Shen

The Hydrodynamics of Lake Flows in View of Numerical Simulation Methods

Proc. Sixth Congress of APD-IAHR, Vol. III, 1988, pp. 217-224.

本研究は、湖における流れをシミュレーションするための最初の段階として簡単な地形形状を有するテスト湖を計算対象として、ADI法とオペレータ・スプリッティング法を展開するとともに、この二つの手法と従来からよく用いられている陽的な方法を用いて、風の吹送による流れの二次元解析を行い、湖流の数値解析法の確立および計算時間の短縮をはかったものである。これら三つの手法の計算結果を比較することによって、ADI法とオペレータ・スプリッティング法が、陽的な方法と同様に湖流を解析することができ、しかも陽的な方法より大きいクーラン数の場合に適用でき、かつ所要計算時間がはるかに短いということがわかった。また、本研究ではADI法およびオペレータ・スプリッティング法にもクーラン数の制限があることが指摘され、いくつかの特徴な流れおよびそれらに及ぼす主要因も検討されている。

キーワード： 数値シミュレーション, 湖沼, 吹送流

89131

Yoshiaki Iwasa**Recent Development of Numerical Hydraulics**

Proc. Sixth Congress of APD-IAHR, Vol. V, 1988, pp. 3-19.

本研究は、大規模な水域で生じている複雑な流れの挙動を、数値水理学の手法を用いて解析する手法について述べたものである。対象とする現象に対して、数学モデルを設定するための系統的な方法が詳述されている。現在水理学で用いられている数学モデルは、大別して、一次元解析法、平面二次元あるいは鉛直二次元流れとしての解析法と三次元的解析法に分けられる。一次元解析法は従来よりその適用例が広く知られているので説明を省き、後の各々の解析法を用いた適用例を、実用上重要と考えられるものの中から選んで示している。具体的には次のような現象が取り上げられている。

(1)貯水池の水温・水質予測, (2)河川感潮部における非定常流れと塩分分布の挙動（以上、鉛直二次元解析）, (3)洪水時における氾濫水の挙動, (4)洪水・高潮時の湾内の潮位と流れの挙動（以上、平面二次元解析）, (5)湖沼における吹送流の三次元的挙動

キーワード： 数値シミュレーション, 湖沼, 貯水池, 河川, 河口域

89132

Marko Ivetic, Yoshiaki Iwasa and Kazuya Inoue**Operator Splitting Based Method for Numerical Simulation of Turbulent Flow in Lakes**

Proc. Sixth Congress of APD-IAHR, Vol. III, 1988, pp. 225-232.

本研究は、オペレータ・スプリッティング法を用い、湖における乱流の数値解析を行ったものである。本研究に用いられたオペレータ・スプリッティング法は、水平方向の運動方程式をその各項の特徴に応じ分割し、各項に適切な計算スキームをそれぞれ用いる手法で、長い時間ステップに対しても良い計算安定性および精度を有すると思われる。この手法の有効性は、簡単な地形形状を持つテスト湖において風の吹送による乱流の数値解析によって確かめられた。またクーラン数が24に達した場合でも安定な計算結果が得られた。

湖における乱流は、空間平均により大規模の渦（Large eddy）と小規模の渦（Small eddy）の運動に分けられ、大規模渦の運動は平均流とともに計算されるのに対して、小規模渦の運動は Smagorinsky モデル（SGS モデル）によってモデリングされる。この乱流モデルが湖における大規模乱流の解析や実理工学問題に適用できることが本研究によって裏づけられている。

キーワード： 数値シミュレーション, 湖沼, 吹送流

89133

岩佐義朗・多田彰秀

琵琶湖南湖の吹送流に関する数値解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 563-574頁。

本研究は、構造力学の分野においてよく利用されている境界要素法を用い、密度成層を有しない浅水湖の吹送流を予測しうる、数値解析法の開発を行っている。用いる基礎式は Ekman タイプ・モデルである。

河川等からの流出入の影響の大きい湖においても適用可能な手法を提案し、平均水深 3.6 m, 湖水面積 53.5 km² を有する琵琶湖南湖における吹送流の数値解析を行った。提案した方法の有効性を明らかにするとともに、鉛直渦動粘性係数の変化が流動特性に及ぼす影響について 2, 3 の考察を行っている。その結果、鉛直渦動粘性係数 A_v は、吹送流における鉛直方向の流動特性に極めて敏感に影響を及ぼすパラメータであることが確認され、その設定法は、数値解析的研究にとって極めて重要であることが明らかとなった。また、ここで提案された手法により、流れの三次元性が十分に再現されることが示された。

キーワード： 数値シミュレーション, 湖沼, 吹送流

89134

岩佐義朗・綾 史郎・土屋 勉・西内美宣

一般曲線座標系を用いた流れと水質混合の 2 次元数値解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 589-600頁。

本研究は、複雑な地形形状を有する水域における流れと水質混合特性を、一般曲線座標系や高精度差分法の導入等により、高精度に数値解析することを目的としている。本論文は、その第一報として、平面 2 次元解析モデルによる、流れと水質混合特性の解析法について述べたものである。まず、一般曲線座標系を用いた平面 2 次元解析モデルを示し、その離散式を積分法により誘導するとともに、時間 2 次、空間 3 次精度の離散式を示した。さらに、簡単な計算例により、数値解と解析解の比較・検討を行った。さらに、実際的なモデル水域を設定し、代数的手法に基づく、一般曲線座標系の数値的生成を実行するとともに、流れと水質混合の数値解析を行った。流速分布、水質の濃度分布の数値解析結果を検討することにより、本論文で示した数学モデル、ならびに離散化の手法の有用性が確認され、実水域を対象とした解析が可能となった。

キーワード： 数値シミュレーション, 河川, 拡散, 水質汚濁

89135

申 輝華・岩佐義朗・井上和也

湖の流れの数値解析に関する基礎的研究

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 575-588頁。

湖沼の水質や環境問題を工学的に考察する場合、湖沼の水理学的特性を知ることが基礎的な資料の一つとして必要とされる。湖沼の水理に関しては、従来、小規模な模型実験や現地観測によって研究が行われてきたが、湖沼の空間的拡がりが大きいため、その特性が必ずしも十分に明らかにされているとはいえない。本研究は、このような湖沼の水理を解析する有効な手段の一つである数値解析法について基礎的な考察を行ったもので、水深が相当大きく、密度成層が発達しているような湖沼を対象に、水深方向に静水圧分布を仮定する準三次元モデルを適用し、差分法による陰的な計算式を導くとともに、オペレータ・スプリッティング法によって計算時間の短縮を図っている。さらに、これを模型的な水域における流れの解析に適用し、吹送流にともなう地形性の波や内部ケルビン波の発生を確かめるとともに、内部ポアンカレ波の存在についても示唆を得ている。

キーワード： 数値シミュレーション, 湖沼, 吹送流, 成層流

89136

Yoshiaki Iwasa, Takashi Hosoda and Kuninobu Itoh

Hydraulic Analysis of Two-Dimensional Buoyant Surface Jets by Means of Turbulence Model

Proc. Sixth Congress of APD-IAHR, Vol. III, 1988, pp. 17-24.

本研究は、乱流モデルの一つである $k-\epsilon$ モデルを用いて、二次元表層密度噴流の数値解析を行い、実験結果との比較・検討を行ったものである。表層密度噴流の解析を行う前に、周囲流体と密度差のない表層噴流の数値解析を行い、基礎式系の次元考察、あるいは従来の実験結果より得られた噴流中心軸上の流速、乱れエネルギー、乱れエネルギー散逸率、噴流幅の減衰過程が、数値解析結果でも再現されていることを確かめている。次に、表層密度噴流の数値解析を実施し、解析結果を従来の実験的知見、ならびに本研究の実験結果と比較・検討した。その際、 ϵ 方程式の浮力項を考慮する必要性を指摘している。 ϵ 方程式の浮力項の係数 $C_{\epsilon 3}$ を 3.0 としたとき、放出口近傍で、両者の水温分布はよく一致したが、流下距離が増大するとともに実験結果にみられる水温分布の二層流への遷移過程は十分に再現されず、下流端境界条件を考慮した解析が必要と考えられた。

キーワード： 数値シミュレーション, 乱流, 成層流, 噴流

89137

Yoshiaki Iwasa and Akihide Tada**Numerical Simulation of Wind-Induced Currents in the Southern Part of Lake Biwa**

Proc. Sixth Congress of APD-IAHR, Vol. III, 1988, pp. 201-208.

本研究は、境界要素法を用いて、琵琶湖南湖における吹送流を三次元的に再現することを試みたものである。静水圧分布を仮定し、水温成層が存在しない状況の下で、エクマン・タイプのモデルを用いた定式化を行った。自由表面を rigid-lid として取り扱い、基礎式系を流れ関数を用いた表示に書き改めた後に境界要素法を適用している。その際に、流出入河川の影響を考慮できるように境界積分の方法を工夫している。このようにして得られた解析モデルを用いて数値計算を実施した。計算結果を用いて、水平面上の流況、あるいは鉛直循環流が図示され、少なくとも定性的には流れの三次元的挙動が再現できた。さらに、流れの定量的特性、すなわち流速ベクトルの大きさや循環の強さに対して、鉛直渦動粘性係数 A_v 、またはエクマン数が大きな影響をもつことがわかり、 A_v の水理学的評価の重要性が指摘された。

キーワード： 数値シミュレーション、吹送流、湖沼

89138

岩佐義朗・綾 史郎・井上智夫**一般曲線座標系を用いた開水路流れの平面 2 次元解析**

第 2 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, 1988年, 259-262頁。

本研究は、平面 2 次元モデルによる流れと水質混合現象を対象として、一般曲線座標系を用いた数値解析法について扱ったものである。一般曲線座標系による有限差分法では、地形形状に沿った曲線座標を導入するので、地形の表現、境界条件の処理が容易になり、土木工学の分野において対象とされる河川、湖沼等の複雑な境界形状を有する水域の水理解析に好都合である。まず、一般曲線座標系における基礎方程式を示すとともに、従来の方で発生していた水面振動をおさえる新しいスキームを用いた離散化法を示すとともに、境界条件の取り扱いについて述べた。次に、簡単なモデル水域を設定し、代数的手法に基づく一般曲線座標系の数値的格子生成法を行い、流れと水質混合の数値解析を行った。得られた結果より、本研究で示した数値解析法の有効性を確認した。

キーワード： 数値シミュレーション、河川、拡散、水質汚濁

89139

Yoshiaki Iwasa, Takashi Hosoda and Kenichi Matsui**Analysis of Transverse Distributions of $\overline{c'^2}$ in Open Channel Flows by Means of $\overline{c'^2}$ - ϵ_c Equations**

Proc. 3rd Int'l Symp. on Refined Flow Modelling and

Turbulence Measurements, 1988, pp. 19-26.

本研究は、開水路流れの中に連続的に点源として放出された物質の濃度変動の伝播特性について、 $\overline{c'^2}$ - ϵ_c 方程式を用いて数値解析し、実験結果と比較・検討したものである。濃度変動場の解析は、 $\overline{c'^2}$ 方程式のみ用いた Csanady の研究があるが、ここではより高次のモデルとして k - ϵ モデルに対応した $\overline{c'^2}$ - ϵ_c 方程式を用いて解析する。その際、 ϵ_c 方程式の散逸項の表示について若干の考察を加え、現れるモデル定数の値を定めた。さらに、 ϵ_c 方程式の生成項の表示を、実験結果との比較により検討し、モデル定数 C_{ϵ_c} が 6 程度の値となることを示した。密度が空間的に一様な流れの場合では、 $\overline{c'^2}$ 、 ϵ_c は流れに影響を及ぼさない。一方、密度が空間的に非一様な場合、 $-\overline{c'u'}$ 方程式上に $\overline{c'^2}$ を含む項が現われ、 $\overline{c'^2}$ - ϵ_c 方程式を解く必要が生じる。すなわち、本研究は密度流での乱流モデルを構成するための基礎的研究と考えられる。

キーワード： 乱流，拡散，密度流

89140

岩佐義朗・井上和也**氾濫解析とその治水計画への応用**

第 4 回日中河川及びダム会議論文集（京都会議），1988 年，42-61 頁。

本研究は、洪水氾濫の数値シミュレーション手法の、流域の治水計画、避難計画への適用について述べたものである。水理現象の数値シミュレーションは、現実の水理現象を再現しうる数理モデルの開発、モデルを用いた数値解析、解析結果の現地観測値による検証と予測への応用という段階から成っている。本研究では、これらの各段階をふまえた著者等の従来の研究を基礎にし、多様な初期条件、境界条件のもとで、現象を繰り返し再現できるという数値シミュレーションの利点を生かして、実際の治水計画立案に際しての応用について述べている。いくつかのケース・スタディの中で、盛土の効果、支川付替えの効果、貯水池による流量制御の効果について検討しており、本数値シミュレーション・モデルのより一層の確立は、河川工学、防災対策、緊急避難計画立案への大きな資料を与えるものと考えられる。

キーワード： 氾濫，洪水災害，数値シミュレーション，排水路

89141

Yoshito Tsuchiya, Teruo Shibano, Hiroshi Suyama and Toshiaki Yoshimura
Two Timescales in Beach Erosion Due to Decrease in Sediment Sources
with Special Reference to the Formation and Reduction of the Deltas of
the Kurobe River Flowing into the Japan Sea

Natural Hazards, Vol. 1, No. 1, 1988, pp. 45-65.

本論文は、約300年前の河口の移動に伴う黒部川からの漂砂源の欠如と最近の海岸構造物の築造による沿岸漂砂の阻止とによる河口デルタの縮小による下新川海岸の侵食過程を研究したものである。これらの原因から、この侵食過程には2つの時間スケールが存在することを明らかにし、それらによる侵食速度を示すことができた。

長期の時間スケールによる侵食過程では、侵食によって形成される汀線は波の主方向に直角になろうとすると、また短期の時間スケールにおいては、海岸構造物の築造によって局所的な侵食として発生し、これが次第に広域化していくことを明らかにした。ついで、これらの侵食過程に基づいて、安定海浜群の形成による侵食制御の方法を論じ、その具体的な方法を汀線変化のシミュレーションによって推察することができた。

キーワード： 海岸侵食、沿岸漂砂、タイムスケール、黒部川、下新川海岸

89142

Yoshito Tsuchiya and Yoshiaki Kawata
Historical Changes of Storm Surge Disasters in Osaka

Natural and Man-Made Hazards, Vol. 1, 1987, pp. 267-291.

大阪における高潮災害の歴史の変遷について、約1200年間の史料を収集・解析して検討した。大阪では700年以来、判明しただけでも53回の高潮災害が発生しており、そのうち死者が千人程度以上の巨大高潮災害は7回あることがわかった。死者数を当時の人口で割って得られる死亡リスクは10のマイナス3乗、つまり千人に1人のオーダーで亡くなっていたことになる。この値は、高潮対策が何等行われなかった、いわば災害に対して無防備だった時代のものである。しかし、1934年の室戸台風以後、高潮災害を防ぐための、防潮堤や防潮水門などのハード並びに台風・避難情報などのソフトの充実によって著しく小さくすることができた。大阪における巨大高潮災害の平均発生間隔は約150年であって、この値は極値統計解析して得た室戸台風による高潮程度の再現期間とほとんど一致していることがわかった。

キーワード： 高潮、高潮災害、死亡リスク、大阪、高潮対策

89143

Yoshito Tsuchiya, Takao Yamashita and Minoru Uemoto**A Model of Undertow**

Coastal Engineering in Japan, Vol. 30, No. 2, 1988, pp. 63-73.

戻り流れの流速分布に関する Svendsen の理論に与えるべき境界条件を新しく仮定して、修正した流速分布を求め、実験結果と比較した。得られた成果は次のように要約される。

(1) 戻り流れの流速分布は砕波の変形のみならず、砕波による渦動粘性係数の評価に依存するが、運動量および質量保存則の適用によって理論的に表示することができる。境界条件を新しく求めた戻り流れの流速分布は実験値とかなりよく一致する。この場合、砕波の変形に対して導入されたパラメータ Bo を非線形波の理論によって評価すれば、さらにその適用性を高めることができるであろう。

(2) 本理論では、渦動粘性係数を一定と考えたが、砕波帯の乱れ理論を展開して、その鉛直分布を導入すれば、戻り流れの流速分布をさらに修正することができる。

キーワード： 砕波帯、エネルギー散逸、もどり流れ、砕波

89144

Yoshito Tsuchiya and Shigeaki Tsutsui**Wind-forced Waves in Shallow Water, Part 1. Theory**

Coastal Engineering in Japan, Vol. 31, No. 1, 1988, pp. 1-22.

本論文では、浅海において風の直接の作用で発生する進行波の理論を展開している。すなわち、風から波へのエネルギーの供給と海底摩擦によるエネルギー消散が平衡状態に達するとし、そこに定形進行波の形成が可能であることを理論的に示している。この進行波のことを、本論文では wind-forced wave と定義している。

風によるせん断応力と圧力とは水位変動と水面勾配に対して実用上同位相であると仮定することにより、二次形式の摩擦項を導入すれば、この波を支配する方程式は Korteweg-de Vries-Burgers 方程式で表されることを示すとともに、一様水深場におけるその方程式の同期解をいわゆる平均法によって求めた。その解はクノイド波を先導波とする解で表され、波の特性を示す図表を作成し、利用の便に供した。

キーワード： 風波、クノイド波、非線形波、wind-forced waves

89145

Yoshito Tsuchiya and Shigeaki Tsutsui**Wind-forced Waves in Shallow Water, Part 2. Theoretical Results and Their Comparison with Laboratory and Field Data.**

Coastal Engineering in Japan, Vol. 31, No. 1, 1988, pp. 23–37.

風と波との相互作用によって形成される進行波の理論を前論文で示したので、本文においてはその波特性を詳細に検討するとともに、実験および現地データと比較してその適用性を明らかにした。すなわち、強風によって発生する流れを伴うこの進行波、Wave-forced waves は風によるせん断応力および海底摩擦の増大とともに非対称性が著しくなることがわかった。さらに、風によるせん断応力は当然のことながらこの種の波の形成に支配的な役割を演じることになり、また、風圧は波の峯付近において吸引作用として働き波高増大に影響することを示すことができた。

実験および現地データとの比較においては、強風時の条件においてはこのような波が存在することが確かめられ、また全体的な波特性は理論結果とかなり近いことが示された。

キーワード： 風波，クノイド波，非線形波，wind-forced waves

89146

土 屋 義 人**都市水害論 (1) —災害の時空間スケールと変遷について—**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，677–703頁。

本文は、都市水害論と題して、主として気象災害一般をとりあげ、その変遷と予測について述べようとするものである。その第1報においては、まず約1万年間におけるわが国の人口の変化を示し、そこには5つのステージが存在することを明らかにした。ついで、災害の変遷を系統的に調べるためにその時空間スケールを定義して、その具体的な事例を示した。約1万年をタイムスケールとして災害の変遷を考慮する場合には、縄文時代から現代までについて、この間の自然力、とくに気候変化と社会構造との関係から各種の災害が発生し、これが人口の停滞や減少を余儀なくしてきたことを明確にすることができた。ついで、弥生時代以降の約2千年間をタイムスケールとした場合について考察し、自然力とくに気象変動のほか台風の来襲や洪水、高潮などの発生と社会構造の発展との関係を詳細に論じ、また各種災害による死亡リスクの変遷にまで言及することができた。

キーワード： 気象災害，水害，災害の変遷，縄文時代，死亡リスク

89147

土屋義人・河田恵昭・酒井哲郎・島田富美男

大阪における安政南海道津波の復元(2)―津波の伝播・氾濫特性について―

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 723-751頁。

安政南海道津波の伝播・氾濫計算を行い、津波史料との比較からこの災害の復元を試みた。その結果を要約すると、つぎの通りである。まず、数値モデルの妥当性を明らかにするため、1946年南海津波の伝播計算を行い、友ヶ島水道から大阪湾にかけては移流項を考慮し、大阪湾内では摩擦項を導入すれば、観測記録と比較的よく合い、土佐湾や紀伊水道沿岸部の津波の痕跡調査結果とも定性的な一致が確かめられた。つぎに、相田の断層モデルを用いて、安政南海道津波の伝播計算した結果、大阪における津波の高さが1.9mとなり、古文書による解析結果と一致するほか、上述した地域の津波の痕跡高の定性的な傾向を説明できることがわかった。さらに、この結果を初期条件として氾濫計算を行ったところ、第2波による氾濫域と『大阪大津浪図』によるそれとがかなりうまく対応することが見出された。これらの結果を総合すれば、安政南海道津波による災害はよく復元されたといえる。

キーワード： 安政南海道津波, 津波, 氾濫災害, 安政南海道地震

89148

Yoshiaki Kawata and Yoshito Tsuchiya

Extremal Statistics of Tsunamis in Osaka

Proc. 6th Congress of APD-IAHR, 1988, pp. 241-247.

大阪では684年以来、死者が千人程度以上の津波災害は6回発生している。それらの津波はマグニチュードが8以上で、震央が紀伊半島沖の南海道で発生した巨大地震によるものである。この海域では、500万年前からフィリピン海プレートとユーラシアプレートへの潜り込みが継続しており、巨大地震の発生はプレートテクトニクス理論で説明されている。従って、巨大地震の発生は不規則ではなく、前回の巨大地震の発生からの経過年数が大きな要素になっている。ここでは、まず非ポアソン分布による津波の生起モデルを適用して、任意の時点での津波来襲確率を求めた。ついで、微小地震の震央とその発生数から推定した巨大地震の震央の発生位置を確率的に求める方法を提案し、さらに巨大地震の震央を東西方向に物理的に可能な限り移動させて、津波の波高の増幅率を数値計算で求め、これらの結果を総合して、大阪に来襲する津波の波高を確率的に求める方法を示した。

キーワード： 津波, 津波災害, 氾濫, 再現期間, 南海道

89149

Yoshiaki Kawata and Yoshito Tsuchiya**Local Scour Around Cylindrical Piles Due to Waves and Currents Combined**

Proc. of 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1310-1322.

波による円柱周辺の局所洗掘は極めて小さいが、これに弱い流れが加わると大きくなる。その流れが大きくなると一様流の局所洗掘深に近づく。洗掘過程では馬蹄渦と共にカルマン渦が大きな役割を果たすことがわかった。また、馬蹄渦のみでは最大洗掘深は円柱前面で発生するが、波と流れの共存場では波の入射角と約 45° をなす沖側の円柱から少し離れた位置から洗掘が生じ、時間と共に拡大しながら最終洗掘深に達することが認められた。これは、洗掘が渦の剝離と密接に関係していることを示している。砂粒を用いた円柱周辺の洗掘の実験では、一般に砂れんが発生し、その波高と洗掘深が同程度になるので、正味の洗掘深を求めることが困難である。そこで、本研究では軽量骨材を用いて、Plane bed の床面形態で実験を行った。その結果、従来の洗掘深のデータのバラつきは砂れんの影響によるもので、一般に、動的洗掘領域に入ると洗掘深が小さくなる現象が明らかとなった。

キーワード： 局所洗掘，洗掘深，砂れん，カルマン渦

89150

河 田 恵 昭**海岸侵食制御構造物論**

海岸，28号，1988年，21-31頁。

わが国の海岸侵食の現状とその深刻さについて述べたあと、一般的な海岸保全構造物の設計において留意すべき事項を示した。さらに、海岸侵食制御構造物の水理機能として、構造物が碎波帯より沖側あるいは岸側のいずれに位置するかによって、大局的に波浪制御と漂砂制御にわけられるものとし、それぞれの制御のメカニズムを論じた。まず、碎波帯の沖側に設置した構造物による波浪制御によって、強制的に碎波させ、入射波高や入射角を小さくすることにより漂砂量を制御することが可能なことを示した。つぎに、碎波帯の岸側に設置した構造物による漂砂制御では、安定河道とのアナロジーから、沿岸流や浜砂の特性の変化に基づく方法が考えられることを述べた。さらに、歴史的な観点から、侵食制御構造物の多様性の原因について考察し、最後にこれらの成果を踏まえて、各種制御工法の水理機能と考慮すべき諸点について論じた。

キーワード： 海岸侵食，海岸侵食対策，波浪制御，漂砂制御，風土

89151

河 田 恵 昭

大阪における水災害の歴史的変遷

日本気象学会関西支部夏季大学テキスト，1989年，13-42頁。

大阪における津波と高潮による氾濫災害の変遷をとりまとめたものである。まず，大阪平野を河内低地，上町台地及び海岸低地の3つの地域に分け，それぞれの地形特性を述べた。つぎに，高潮災害の危険度を示す尺度として，死亡リスクを用いその変遷を示した。すなわち，高潮災害防御のためのハード及びソフトウェアが全くなかった明治時代以前には，この値が10のマイナス3乗にまで達したが，1934年の室戸台風以降，両者が徐々に充実した結果，1961年の第2室戸台風による高潮ではマイナス7乗まで減少したことを明らかにした。さらに，津波による氾濫災害として，1854年の安政南海道津波災害をとり上げ，古文書などの史料解析と津波の伝播・氾濫シミュレーションによって，この災害が復元できることを示すとともに，その発生確率を求める方法を述べた。

キーワード： 洪水，津波，高潮，大阪，氾濫災害

89152

河 田 恵 昭

黎明期における防波堤工法の選択とお雇い技師(1)―防波堤工法の変遷―

自然災害科学，7巻2号，1988年，21-35頁。

明治時代に混成堤，傾斜堤及び直立堤の工法がお雇い技師とともにわが国に導入されたが，現在わが国では混成堤が，世界各国では傾斜堤が圧倒的に多く作られ，まったく正反対の傾向を示すことを明らかにした。そこで，『わが国の防波堤は，いつから，なぜ混成堤工法でしか作られなくなったか』について，史料に基づいて考察し，前者については明治30年頃であることを見出した。その解析過程で，近代ヨーロッパで開発された防波堤工法と耐波原理に当時の原材料と施工法という風土が大きく影響していることを示した。しかも，その耐波原理のなかで，直立堤あるいは混成堤の直立部では波を「反射」させて防波堤の機能を発揮させるという部分が，なぜかわが国では「衝突」させて全滅させるという表現に替わったことを指摘した。

キーワード： 防波堤，海岸災害，お雇い技師，明治維新，築港

89153

河田 恵 昭

黎明期における防波堤工法の選択とお雇い技師(2)—お雇い技師と近代築港—

自然災害科学, 7巻3号, 1988年, 1-22頁。

わが国における混成堤工法の採用が明治22年の横浜築港とともに始まり, 1900年以降, この工法がほぼ独占的に採用されるに至った技術的あるいは政治的理由を明らかにした。すなわち, 前者として, 混成堤工法の普及とそれに伴う施工法の習熟や混成堤以外の工法を開発する必然性がなかったことが挙げられた。また, 後者として, オランダ人お雇い技師がわが国にいなかったことや財政当局の工法審査の前例主義を指摘した。そこに至る解析の過程で, 海象条件や地形条件が皆目わからなかった状況下で, 野蒜や三国で築港工事をしなければならなかったオランダ人お雇い技師の悲運や, 不平等条約改正という明治政府の最重要政策のもとで, 横浜築港に際し内務省の審査結果によって優秀と判断されたデ・レーケの案を退け, 英国人パーマーの案が採用された経緯を, 史実に基づいて明らかにした。

キーワード: 防波堤, 海岸災害, お雇い技師, 不平等条約改正, 災害技術史

89154

河田恵昭・朝堀泰明・土屋義人

波・流れの共存場における局所洗掘—砂れんの発生しない場合—

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 397-401頁。

軽量骨材を用いて, 砂れんが発生しない条件で, 波・流れの共存場における円柱周辺の局所洗掘実験を行い, つぎのような結果を得た。

1) 砂れんがない場合, 漂砂が活発に移動する領域で波高・水深比の増加とともに洗掘深が最大となり, その後急激に埋め戻されるのに対し, 砂れんのある場合には, 砂れんの形状抵抗や砂れんの背面上で漂砂雲となることから, 洗掘孔に流入する漂砂が少く, 洗掘深は零にならない。

2) 砂れんのある場合の洗掘深のばらつきは, 主に, 砂れんの谷あるいは峰と洗掘孔の位置関係に起因している。

3) 円柱の側面から吸水すれば, カルマン渦の直径が小さくなり, その結果, 洗掘深が小さくなることを見い出され, この方法を応用すれば洗掘制御できることがわかった。

キーワード: 海岸災害, 局所洗掘, 砂れん, 波・流れの共存場

89155

河田恵昭・吉岡 洋・芹澤重厚・土屋義人

T 型栈橋による高波浪時の海底地形計測法

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 387-391頁。

防災研究所附属大潟波浪観測所の T 型波浪・漂砂観測用栈橋による, 高波浪時の海底地形計測法を開発し, その結果からこの栈橋周辺の海浜過程を検討した。主要な結論はつぎのようである。

1) T 型栈橋と今回開発した計測ソリを用いれば, 栈橋付近の平面的な海底地形が十分な精度で求められることがわかった。

2) 栈橋付近の海浜過程も一般的な大潟海岸のそれと同じであり, 浅瀬と深みが経年的にはほぼ不動であって, 冬期の高波浪でそれらがさらに顕著になり, しかも前浜での反射波による離岸漂砂のため浅海域全体が深くなることを見いだされた。とくに栈橋の東端では, 岸からの戻り流れがあって, それが栈橋中央に達していることがわかった。

キーワード： 海浜変形, 漂砂, 海底地形, 栈橋

89156

Takao Yamashita and Yoshito Tsuchiya**Evolutional Behaviour and Instability of a Single Wave Packet**

Nonlinear Water Waves, IUTAM Symposium, 1987, pp. 47-54.

傾斜海浜（勾配1/50）上での単一波群の伝播特性と不安定性を, 海底勾配の効果を導入した3次の非線形 Shrödinger 方程式による数値実験と波浪水槽実験により検討した。

この結果, 初期条件として包絡ソリトン解を与えた場合には, 波群は安定に伝播するが, 初期条件として包絡ソリトン解を引き伸ばした波群を与えると不安定を生じる。不安定化した波群は, 前傾と分裂とに分類され, どのタイプの不安定波形に帰着するかは, 最大の搬送波の波形勾配で分類されることが示された。すなわち, 振幅 a , 波数 k で定義される波形勾配に対応するパラメーター ak が0.2以上になると不安定が生じ, 海底勾配1/50の斜面上では, ak が大きくなるに従って前傾→分裂が現れることがわかった。ただし $ak > 0.4$ では搬送波自身に不安定が生じる。

キーワード： 変調不安定, 非線形水面波, 波群ソリトン, 波浪水槽実験, アーセル数

89157

山下隆男・James R. Tallent・土屋義人

砕波水平渦の生成機構と移動特性

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 54-58頁。

surface layer に形成される 2 次元性の強い砕波水平渦を実験水槽内で観察することにより, その生成, 変形, 移動の特性を調べ, 砕波帯の渦運動に関する情報を提供することを試みた。特に, Svendsen により領域分けされた inner/transition region の明確な定義, 水平渦の形成される時間間隔, 長さスケール, 移動特性, 平均流・平均海面の空間的变化と砕波水平渦との関係等に着目した実験を行った結果, 以下の点が明らかになった。

(1) spiller の場合, 従来定義されていた transition region は一波長程度の長さで, 波動運動の強く残っている擬ポテンシャル領域と, 第 2 渦を中心とする大規模な渦が inner layer に拡散する大規模渦領域とに分割できる。平均海面の上昇は大規模渦領域から始まる。

(2) 砕波水渦は, surface layer (trough 海面上) の厚さ以上の長さスケールになると移動を停止し, inner layer へ拡散し 3 次元性の強い渦となる。

(3) 波形勾配の急な spiller の場合, inner region において, 同一スケールの渦が同一時間間隔で次々と発生する steady bore の領域が形成される。

キーワード: 砕波, 砕波帯, 水平渦, 波浪水槽実験, 可視化法

89158

山下隆男・Dadang Ahmad・宍倉知広・土屋義人

鉛直 2 次元海浜流モデル

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 267-271頁。

砕波帯内を inner layer と surface layer の 2 層に分割し, 平均流モデル, $k-\epsilon$ 乱流モデルおよび砕波モデルの 3 モデルを結合した鉛直 2 次元海浜流モデルを提案し, その数値計算法を示した。

数値計算は等角写像による座標変換を用い, 流れ関数と渦度による平均流および $k-\epsilon$ モデルの基礎式と境界条件の設定方法および計算のアルゴリズムを示した。

キーワード: 海浜流, 数値モデル, 砕波帯, $k-\epsilon$ モデル, もどり流れ

89159

山下隆男・山本圭介・土屋義人

伊勢湾，大阪湾・紀伊水道，土佐湾における異常潮位，高潮に及ぼす黒潮の影響

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，705-722頁。

11年間の検潮記録と黒潮流路データとを用いて，黒潮の変動に起因すると考えられる海面変動の外洋成分を抽出し，黒潮流路パターンとの関係で異常潮位の発生する条件を明らかにした。さらに，異常潮位と高潮の forerunner との関係を検討した結果，以下の結論を得た。

1) 異常潮位の発生する4通りの黒潮流路パターンを示した。潮岬を境界としてその東西での異常潮位の発生形態は異なり，東側の海域では，遠州灘に発生する黒潮の逆流が異常潮位の主要因であり，1～2ヶ月間継続し，中小規模蛇行時に年2～3回の頻度で発生する。また，遠州灘で発生した異常潮位は西進し，大阪湾・紀伊水道および土佐湾沿岸にも影響を及ぼす。

2) 一方，西側の海域では，大規模蛇行時に形成される潮岬以西の反流型と小規模蛇行期に生ずる足摺岬沖での小蛇行の伝播に伴う反流渦の放出型とが異常潮位の発生要因であり，前者は3ヶ月以上にも及ぶ長期間継続することも稀ではないが，後者は1ヶ月以内である。

3) 中規模蛇行期に遠州灘での反流と足摺岬沖からの小規模蛇行に伴う反流渦放出型とが重なることがあり，この場合，大阪湾・紀伊水道，土佐湾沿岸に大きな異常潮位が発生する。

4) 西日本の太平洋岸における高潮の forerunner は黒潮の変動に起因する異常潮位の一部である。

キーワード： 伊勢湾，大阪湾・紀伊水道，土佐湾，異常潮位，高潮，黒潮

89160

安田孝志・田中光宏・鶴飼亮行・土屋義人

現地波浪の波群の空間変化とそのモデル方程式による記述

第35回海岸工学講演会論文集，1988年，93-97頁。

現地波浪における波群については，通常連長， GF (groupiness Factor) などの統計量によって評価され，時系列としての波群特性が解明されるとともに，変調不安定としての非線波の取扱いが示されてきた。

本研究では，まず日本海に面する大湊海岸において T 型栈橋を用いて観測された波浪記録から，波群の特性の変化を表わすモデル方程式を提案した。すなわち，波浪の分散性を十分考慮するために，線形分散関係を満足する $K-dv$ 方程式を求め，その変調不安定性を論じ，これにより現地波浪における波群の空間変化を調べた。その結果，大水深域から浅海に至る波群の変化では，とくに浅海域において波群の偏平化はほとんど現れず，波群が発達する傾向にあること，および提案したモデル方程式によってこれらの波群特性を十分説明できることがわかった。

キーワード： 波群，時系列，線形分散関係，変調不安定性， $K-dv$ 方程式

89161

篠田成郎・安田孝志・川口智也・石原貴司・土屋義人

浅海における不規則波浪の時系列モデルについて

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 103-107頁。

本研究では、浅海における波浪の基準モードをソリトンとする立場から、不規則なソリトンの連なり（不規則ソリトン列）に関する時系列モデルを確率過程論によって定式化し、その適用性を検討している。すなわち、波高の時系列における自己回帰性に着目し、不規則ソリトン列の振幅の連なりに対して自己回帰過程を適用したモデルを提案し、これが現地海岸波浪の時系列特性を反映したものになり得ることを示した。しかし、前後の振幅の結合確率密度関数やAR母数としての相関係数と連長およびGFとの関係などを理論的に示すまでには至っておらず、今後若干改良することによって、それらの表示を与えることは可能であり、またその実際への適用性も十分であることがわかった。

キーワード： ソリトン, 時系列モデル, 自己回帰過程

89162

芝野照夫・土屋義人・富谷 雄・山本武司

天竜川扇状地と遠州灘海岸の形成

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 775-791頁。

本文では、遠州灘海岸、とくに天竜川河口部海岸を中心とする海岸地形の形成を、地質学および考古学的な研究成果に基づいて考察したが、得られた主要な結論はつぎのようである。この海岸は、天竜川河口部、およびその東西両海岸の3つに分けられ、その堆積状況から河口付近では、60~70 mに上部砂れき層が存在し、さらに一般的な扇状地とその両端の三角州性扇状地の領域から成っている。現扇状地と形成する土砂堆積量から年平均流出土砂量が約 $5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ であることを推定した。また、遠州灘沿岸に分布する砂丘には、大規模な斜列砂丘、縦列砂丘が存在し、それら砂丘列間には低湿地があり水田地帯が形成されている。これらは海水準の変動に伴って砂丘が形成されたものであり、飛砂による砂丘の形成を示している。この地域には、河川における自然堤防の形成を表わす地名が数多く存在し、海岸地形の形成の変遷を示していることがわかる。

キーワード： 天竜川, 遠州灘海岸, 自然堤防, 斜列砂丘, 縦列砂丘

89163

吉 岡 洋

冬季紀伊水道に発生する沿岸フロント

海と空, 64巻2号, 1988年, 17-49頁。

紀伊水道では沿岸水と外洋水との境界をなす沿岸フロントが, 冬季においては顕著な熱塩フロントの形をとる。その構造および変動特性を STD 観測や熱映像観測およびフェリーボートによる長期連続水温観測によって明らかにした。フロントの両側の水温差と塩分差は著しいが密度差はなく, 密度極大帯上にフロントが位置している。フロントを横切る鉛直断面上で水温塩分分布から, フロントにおいて表層で収束し, 底層で発散する沈降流の存在が示唆される。またフロントから沿岸水が外洋水の中層に貫入する現象が観測された。フロントは水道の東側で北上し, 西側で南下する S 字型に水平分布しているが, その場所および温度差は10日前後の間隔で大きく変化する, その要因として黒潮域から表層 50 m の厚みで暖水が舌状に北上してフロントに押し寄せる現象が捉えられた。この時フロントは 10 km 以上の移動や, 蛇行および分裂を起こし, 貫入現象を伴って, 海水交換が集中的に行なわれる。

キーワード： 海水表面温度, 海象, 密度流, 黒潮

89164

Shigehisa Nakamura

An Observation of Factors Related to Typhoon

Proc. 6th Congr. APD-IAHR, Vol. 3, 1988, pp. 273-280.

北太平洋西部の田辺湾にある海洋観測塔において1981年から1982年まで特別観測が実施された。その時の観測記録から, 台風時の沖合流速の時間的変動を調べた。とくに, 1982年9月25日早晩, 観測塔に最も近い位置を通過した台風8219号の海象・気象への影響はどのようなものかを明らかにしようとした。このため, 観測塔とその周辺で観測された潮位・流速・風速・気圧など動力学的要因を解析の対象とした。高速フーリエ変換法を利用して, 振幅スペクトルをもとめた。この結果, 田辺湾においては, 台風接近時の観測塔沖の流速のスペクトルパターンが, 台風通過後の田辺湾奥の潮位のスペクトルのパターンとよく似たものであることがわかった。このような現象の力学的検討は今後の課題として重要である。

キーワード： 高潮, 台風, 流速

89165

Shigehisa Nakamura**On Audible Tsunami on the Coast**

Science of Tsunami Hazards, Vol. 6, No. 1, 1988, pp. 5-10.

大地震後、津波来襲までに聞かれる音響を津波前駆音と考えることを、簡単なモデルによって示した。このような津波前駆音は、北太平洋西部の沿岸域では過去の史料中に記述されている。これと全く同様なことが、インドネシアのスンバワ沖の1977年の地震津波について、インドネシア政府による報告書にも記されている。本文で考えたモデルでは、海洋の音速鉛直分布のほか、海上の大気中の音速も考慮にいった。海底地震の震央で発生した音は、海中を通り、海面で屈折して大気中に出る。ただ、そのモデルは仮定の上に立脚したもので、過去の記述を説明できるとしても、実際に津波前駆音が大津波の予測に役立つかどうかの実証確認までには至っていない。モデルの改良によって緊急の予知に役立つかもしれない。

キーワード： 津波，地震，音速，北西太平洋，インドネシア

89166

中 村 重 久**太平洋北西部における1837年チリ津波**

La mer (日仏海洋学会誌), 26巻2号, 1988年, 81-85頁。

北太平洋西部に位置する日本においては、1960年チリ津波の被害は甚大であった。これは太平洋津波警報センターが組織され、国際的規模で活動をはじめのきっかけとなった。ところで、この次は、いつ頃、チリ津波は来襲するであろうか。本文では、これまでの津波年表や津波史料にもとづいて、とくに、太平洋を横断した後に日本沿岸に何らかの影響を与えた津波を抽出し、年表をつくった。この年表によると、対象となるのは、チリ・ペルー・コロンビアの沖合を波源とする津波である。なかでも、津波の規模が大きいもので日本沿岸に甚大な影響を及ぼしたものを考えると、1960年クラスの例は、1837年チリ津波とみられる。ただし、この1837年のチリ津波の被害は、三陸沿岸に認められているが、近畿地方の史料には被害の記載がない。この津波の年は、日本では、天保年間の冷害・飢饉の時であった。

キーワード： 太平洋北西部，1837年チリ津波

89167

中 村 重 久

紀伊半島における年周潮 S_a のスペクトルとそのサイド・ローブ

La mer (日仏海洋学会誌), 26巻2号, 1988年, 76-81頁。

紀伊半島沿岸の細野および周参見における潮位記録を解析した。とくに、年周潮 S_a を中心とした周波数スペクトルを、高速フーリエ変換法によってもとめた。月平均潮位を1966年1月から256ヶ月に対して解析すると、細野では、年周潮の振幅は約6 cmではあったが、半年周潮 S_{sa} は1 cm以下であった。解析の対象とする時期が異なると、年周潮も半年周潮もともに少しずつ異なる値となる。細野における同様の解析を周参見について試みると、年周潮 S_a は、解析の対象とする時期によって振幅が3~5 cmの範囲の値をとり、一定の値とはならない。これは、周参見沖の黒潮の変動の影響の顕著なことが原因と考えられる。ただし、1983年1月からの日平均潮位を1028日分とり、スペクトル解析すると、細野とよく似た年周潮 S_a の振幅が得られる。月周潮・半月周潮はいずれも振幅が小さかった。また、細野では128ヶ月平均潮位の長期変動についても検討した。

キーワード： 紀伊半島沿岸, 年周潮, スペクトル

89168

中 村 重 久

北山峡の甌穴について

La mer (日仏海洋学会誌), 26巻1号, 1988年, 47-49頁。

甌穴の外見的特徴と定性的形成機構について一般的な把握を試みた。野満によれば、日本国内では、木曾・日向・揖保川支流・越後田代・秩父の長瀬・三河長篠などの例がある。和歌山県田辺市新庄にも直径数メートルのものがある。外国の例では、フランスのボンデスールやスイスのルツェルンのものがある。なお、甌穴の形成は、一般に、急流の河床の岩石面に生じ、鍋状の穴をなす。これは河水の浸食作用による。海の波や氷河によるものもあるといわれている。ここでは、とくに、和歌山県の北山村の甌穴の調査例を紹介した。このような現象の力学的解析の手がかりが得られれば、河川や海岸の浸食機構の諸問題の解明にも有効であろう。

キーワード： 北山峡, 和歌山県, 浸食

89169

中 村 重 久

インドネシア沖の地震による津波前駆音の推定と応用について

東南アジア研究, 26巻1号, 1988年, 74-85頁。

インドネシアのインド洋沿岸は、その地理的立地条件から地震の発生が頻繁であり、とくに、スンダ海溝付近を波源とする地震津波の被害も過去に何回もみられる。最近の例として、1977年のスンバワ沖地震がある。インドネシア気象管署の報告書によれば、インドネシア沿岸域の一部で、“地震後、津波が来襲するまでに爆音が何回か聞こえた”と述べている。ここでは、この記述が科学的に正しいものとして、爆音は津波前駆音としてとらえることのできるものであるかどうかを検討する。本文では、インドネシアのインド洋沿岸部の海底地形のほか、海水の水温・塩分の鉛直分布と海中音速の鉛直分布とをよりどころとして、スンバワ島南沖の海底での地震後、爆音がして津波が来襲するという現象の可能性をさぐり、また、津波の予・警報や早期避難などの津波対策への利用の道を考えている。

キーワード： 津波前駆音, インドネシア, スンバワ沖

89170

中 村 重 久

近畿圏の高潮災害の要因としての黒潮について

京都大学防災研究所年報, 第31号-B2, 1988年, 753-773頁。

白浜海洋観測塔およびその周辺でこれまでに得られている資料にもとづき近畿圏の高潮災害の要因としての黒潮について検討した。台風8506号および台風8719号の例では、黒潮流軸は、台風が紀伊半島に接近する時に比較して台風通過後に、北上する。ところで、白浜海岸観測塔周辺は、黒潮流軸の変動にともない、その影響をうけて、複雑な水温・塩分の変動のみられるところである。この変動とは、黒潮のほか、沿岸水の流れや海と風の効果もあるであろう。ただし、海上保安庁水路部が紀伊半島沖の陸棚で係留観測によって得た流速の時間的変動には、かならずしも直接的風の影響は顕著ではないようにみえる。とくに、台風8719号の例では、台風接近時と通過後とで、紀伊半島・四国南方海との海面水温が約1°C差があり、この海面水温低下が台風によってもたらされる降水のエネルギー源であるとみることのできるであろう。

キーワード： 高潮災害, 黒潮, 台風, 白浜海洋観測塔

89171

Hajime Mase and Yuichi Iwagaki**Effect of Wave Groupiness on Wave Height Distribution and Change of Wave Groupiness**

Proc. 6th Congress of Asian and Pacific Regional Div., IAHR,

Vol. 4, 1988, pp. 57-64.

本論文では、波群化の程度を表わすパラメーターの一つである波群度係数 GF と波高分布形を表わすワイブル分布の形状母数との間に負の相関関係があることを示すとともに、不規則波のシミュレーションに当っては、スペクトルのみならず、波の波群性も考慮しなければならないことを示した。数値的にある波群性を有する波をシミュレートすることは容易であるが、実験水槽においては、波群は伝播に伴って変形するので、定められた地点において所定の波群性を有する不規則波を造波することは困難である。本論文の後半では、このような伝播に伴う波群特性の変化を、水理実験により検討した。

キーワード： 不規則波，波高分布，波群

89172

Hajime Mase**Spectral Characteristics of Random Wave Run-up**

Journal of Coastal Engineering, Vol. 12, 1988, pp. 175-189.

本研究は、種々の条件の不規則波を用いて、海底勾配が $1/5$ から $1/30$ までの4種類の模型海浜における遡上波のスペクトルを解析した。主な結論は次のとおりである。(1)遡上波スペクトルは、高周波数領域では周波数の -4 乗，すなわち f^{-4} の形で表わされる。この高周波数領域では、入射波の条件にかかわらずエネルギー密度の飽和現象がみられる。(2)低周波数領域では、入射波のエネルギーの増加につれて、遡上波のエネルギー密度が増加する。(3)飽和領域での遡上波のエネルギー密度は、海底勾配の4乗に比例する。従来の理論によると遡上波先端の軌跡は放物波形となること、実験で得られた遡上波形をみても放物波形のようであることから、放物波形を重ね合わせる遡上波のシミュレーションを行い、その波形のスペクトルを調べた。その結果、エネルギーの飽和現象以外は、実験より得られた特性と同じであることがわかった。

キーワード： 不規則波，遡上，スペクトル解析

89173

間瀬 肇・長谷川順一

現地海岸波浪の波群の伝播

第35回海岸工学講演会論文集, 1988年, 98-102頁。

本研究は、現地海岸波浪の諸性質のうち、波の発達・減衰に伴う wave grouping の変化、波群の伝播変形、伝播に伴う wave grouping の変化について検討したものである。その結果、1) 波の減衰期の後半で、スペクトルの劣鋭化により波群性が顕著になること、2) 波の最盛期では、観測栈橋の沖側で波が碎波変形により波群性が弱まっていること、3) narrow band スペクトルおよび二次元性といったように条件を限れば、波群の伝播変形に関する観測結果と非線形 Schrödinger 方程式の計算結果は比較的良く一致すること、4) 浅海域を伝播するにともなう、波高の平均連長が増加し、Groupiness Factor は減少するといった波群の平坦化傾向が見られることを示した。

キーワード： 不規則波，風波，波群

89174

前野賀彦・酒井哲郎・間瀬 肇

波浪による砂層の液状化傾向と波形勾配との関係

海洋開発論文集, 4 巻, 1988年, 5-10頁。

波浪により引き起こされる砂層表面の波圧変動と砂層中の間隙水圧変動の差と有効土かぶり圧との関係から液状化を定義し、地盤の安定性を検討することが提案されている。そこで、前野らが行ってきた波浪による砂層内の間隙水圧の発達特性に関する研究による実験式を用いて波浪作用下の砂層の有効応力分布を求め、液状化の可能性の高い範囲を推定した。さらに、酒井・間瀬が導いた波浪作用下の海底地盤中の有効応力分布から、同条件下における液状化の発生する可能性のある範囲を推定し比較した。その結果、以下の結論が得られた。1) 波浪による砂層中の間隙水圧の発達に関する実験式を用いて得られた有効応力が負となる範囲は、砂層表面付近に限定され、波高が大きくなるに従い、また周期が長くなるに従い深くなる。2) 実験式により推定される液状化深度と理論解に基づくそれとは、0.1以上の波形勾配でよい一致を示す。

キーワード： 海底地盤の波浪応答，液状化

89175

今本博健・石垣泰輔

LDV による開水路流れの速度ベクトル計測について (4)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 815-823頁。

本研究は、開水路流れに見られる水深規模の三次元的渦運動を検討することを目的としている。現象を支配する素過程として検討すべきものは、二次流とそれにより誘起される縦渦、および壁面近傍のバースティング現象が考えられる。本研究では前者に着目し、壁面近傍を除く主流部に見られる水深規模の渦運動についての実験結果を用い、その発生・発達過程を従来提案されている乱れの発生モデルと著者らの研究成果に基づいて一連の実験結果を説明する複合モデルを提案している。すなわち、路床近傍に形成される渦面が渦度の非一様性のために上下運動を始め、その渦面が主流域に達すると、ビオ・サバールの法則に従って巻き上り大規模な渦運動へと発達するという過程であり、中立粒子トレーサを用いた流れの可視化結果およびレーザ・ドップラ流速計で計測された結果より推定された3次元構造が説明される。

キーワード： 開水路乱流, 流れの可視化, 二次流

89176

Hirotake Imamoto and Taisuke Ishigaki

Measurement of Secondary Flow in an Open Channel

Proc. of 6th Congress APD-IAHR, Kyoto, Vol. II-2, 1988, pp. 513-520.

開水路乱流に見られる二次流は、平均速度分布・壁面せん断力分布などに影響を与え、その分布形を変化させることが従来の研究で指摘されている。しかしながら、この二次流は大きさそのものが小さい・発生位置および周期が不規則などの理由で非常に捉えにくいものである。本研究は、二次流の直接計測をレーザ流速計による速度3成分同時計測法により試みたものであり、いくつかの興味ある実験結果が得られた。実験は、水路幅/水深比が1～5の範囲の長方形断面水路を対象として行い、平均速度・二次流ベクトル・乱れ強さ・レイノルズ応力などの分布を測定している。その結果、二次流の存在が長時間平均値の分布に与える影響が示されるとともに、時系列の計測結果より二次流の間欠性およびその大きさが流下方向平均速度の10%を越える二次流の存在が確認された。

キーワード： 開水路乱流, 流れの可視化, 二次流, レーザ流速計

89177

Hirotake Imamoto and Taisuke Ishigaki**Mean and Turbulence Structure Near the Inclined Side-Wall in an Open Channel Flow**

Proc. 3rd International Symposium on Refined Flow Modelling and Turbulence Measurements, Tokyo, 1988, pp. 545-552.

本研究の目的は、台形断面水路の断面形状が流れの構造に及ぼす影響を実験的に検討することである。実験は、レーザ流速計を用いた詳細な速度計測、カメロン効果を利用した瞬間速度の平面分布可視化および中立粒子トレーサを用いた流れの内部流況の可視化を行っている。対象とした水路は、側壁の勾配が $90^{\circ} \sim 14^{\circ}$ の範囲の6種類であり、側壁勾配の変化に伴う一連の計測結果が示されている。いくつかの興味ある結果が得られているが、それらが示す主要な結論は、断面形状の変化に伴って側壁近傍の流況が変化し、種々の計測結果に影響を与えているということである。これは、側壁近傍の二次流とそれにより誘起される渦運動のスケール・強さの変化で説明され、その変化過程が図示されている。

キーワード： 開水路乱流，流れの可視化，台形断面開水路，壁面せん断力

89178

今本博健・石垣泰輔**台形断面開水路流れの3次元構造に関する実験的研究**

第33回水理講演会論文集，1989年，517-522頁。

本研究は、種々の勾配を有する台形断面開水路を対象に行なった速度及び壁面せん断力の計測結果と流れの可視化結果を用い、開水路の境界形状が流れの構造に及ぼす影響について実験的に検討したものである。流れの3次元構造を特徴づけている二次流とそれにより形成される二次流セルの横断面内における直接可視化を可能とする手法を開発し、以下のような興味ある知見を得た。1) 二次流セルは円形であって間欠的に発生するが、その発生位置は揺らぐ。このため、長時間平均した二次流ベクトルの計測結果を用いてその形状を推定すると、ひとつのセルが揺らぐ範囲の外縁を包絡した扁平なセルとして捉えてしまう可能性がある。2) 側面近傍では、法勾配が緩やかになるにつれて境界の影響が緩和された二次流セルの形成が顕著となる。また、法勾配が緩やかな場合には、斜面上に比較的安定した二次流セルが形成され、せん断力分布を波状にする原因となる。

キーワード： 開水路乱流，流れの可視化，二次流，台形断面，壁面せん断力

89179

今本博健・大年邦雄・木戸研太郎

大阪湾における潮流の流動特性に関する模型実験

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 793-806頁。

本研究は、湾域の潮流を対象とした水理模型実験における scale effect を検討する第1段階として、水平および鉛直縮尺の異なる3種の大阪湾模型を用いて、湾内の潮流特性を実験的に検討したものである。その結果、ひずみ率の小さな水理模型ほど現地の流況に近い結果が得られた。また、明確に環流の存在することが見出され、従来の研究では見られなかった潮流特性が指摘された。

キーワード： 潮流, 流れの可視化, 大阪湾, 水理模型実験

89180

Hirotake Imamoto and Kunio Ohtoshi

Hydraulic Model Experiment on the Tidal Current in Osaka Bay

Proc. of 6th Congress APD-IAHR, Kyoto, Vol. IV, 1988, pp. 305-312.

本研究は、水平および鉛直縮尺の異なる3種の大阪湾模型を用いて、湾内の潮流特性および淀川より湾内に流入する河川水の挙動を実験的に検討するとともに、模型ひずみの影響についても検討を加えたものである。この結果、ひずみが小さいほど現地の流況に近い結果が得られ、明確な環流が存在することがわかった。また、湾内における河川水の挙動については、海水と河川水の挙動については、海水と河川水の密度比を1.0にした場合と1.03にした場合とでは異なる特性を示すことが明らかになった。

キーワード： 大阪湾, 潮流, 流れの可視化, 水理模型実験

89181

澤 井 健 二

流砂量測定器の試作研究(2)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 807-814頁。

本研究は、採砂・秤量方式による流砂の直接測定法と、流砂の衝突音から流砂量を推定する間接的測定法について、種々の検討を行ったものであり、いずれも実用化への見通しを得ることができた。しかしながら、両手法とも問題点を含んでおり、条件によって使い分けることにより、効率が高まるものと考えられる。

直接法の最大の難点は、装置が大がかりになることであり、とりわけ粒径が大きくなると、採取・計量することはきわめて困難であり、10 cm 程度以上の礫を直接法で計測するのは、効率的でない。

一方、音響法は、ある程度以上の大きさの礫に対して有効なものであり、数 mm 程度以下の礫や砂に対しては、効果的でない。したがって、粒径範囲の広い場で流砂量を計測するには、大粒径成分は音響法によって計測し、小粒径成分は直接法で計測するのが、現在のところ有効であると考えられる。

キーワード： 流砂, 計測

89182

小倉久直・中山純一・澤井健二・鈴木 宏・宮本邦明

超音波による流砂の映像化と流砂量計測について

自然災害科学, 7 巻 2 号, 1988年, 73-78頁。

本研究は、流砂量の間接的測定法のひとつとして、超音波断層撮影によって濁流中の流砂を映像化し、その画像処理によって流砂量を求めるための基礎実験を行ったものである。

実験では、小型の医療用超音波診断装置を水路床の横断方向に埋めこみ、その上を通過する礫の超音波映像をビデオテープに録画した。録画した流砂の映像は視覚的には一目瞭然であるが、計量のため、計算機に入力した後、投影法を用いて、礫の断面形状、粒径、位置などを推定した。さらに時空間投影法を用いれば、原理的には流砂量が求められるはずであるが、現有の装置では、超音波配列子の走査速度が遅く、流砂の速度が大きくなると、その通過を検知できない確率が増大するため、実用化に当っては、走査速度を速くすることが必要であろう。また、使用した超音波の水中波長は 0.43 mm であるが、河川における流砂量計測の場合には、この数倍の波長の超音波装置が必要であろう。

キーワード： 流砂, 計測, 超音波, 画像処理

89183

Tadashi Utami, Ron F. Blackwelder and Tetsuo Ueno**Flow Visualization with Image Processing of Three-dimensional Features of Coherent Structures in an Open-channel Flow**

International Seminar on Near-Wall Turbulence, 1988.

一様な開水路流れの水平断面をシート状の光で照射し、底面から水面まで照射断面の流況が次々と撮影された。得られた写真を画像処理することにより各水平断面内の流速ベクトルの分布を求めた。さらに連続の式を積分することにより鉛直方向流速成分を算出した。

以上の計算によって得られた流速に関する資料について各種の統計的性質が検討された。その結果、上記の可視化法と画像処理法が流れの測定法として非常に優れたものであることが示された。同時に、各種相関スケールについて興味ある特徴が見出された。また、 u_i と u_j の相関係数の2次元分布 $R_{u_i u_j}(\Delta x, \Delta z)$ のうち、 $R_{uv}(\Delta x, \Delta z)$ だけがその他の相関係数とちがって、 $\Delta x=0$, $\Delta z=0$ にピークをもたない特異な分布をしていることが示された。

キーワード： 乱流，流れの可視化，画像処理，組織構造

89184

上野鉄男・宇民 正・Ron F. Blackwelder**開水路乱流の水路床近傍の組織構造について**

第33回水理講演会論文集，1989年，547-552頁。

開水路乱流の組織的構造を流れ場の連続断層面撮影と画像解析の手法を用いて検討した。

幅 40 cm，長さ 12 m の開水路において，幅 3 mm の水平なスリット光を水路床から 2.3 mm づつ移動させて，各高さの水平断面内の粒子トレーサーを，4 台のカメラを使用して，約 1/30 秒の時間差で 2 枚づつ写真撮影した。実験においては，4 cm の水深に対して，水路床から水面まで約 2.1 秒で 18 組の撮影を行ったが，本研究においては水路床近傍の乱流構造について検討を加えた。

得られたデータから，流下方向流速成分，鉛直方向渦度成分の二次元自己相関係数ならびに流下方向流速成分と横断方向流速成分との二次元相互相関係数を計算し，それぞれの特徴を調べた結果，これらの相関係数の分布は個々の渦構造とそれらの配列のパターンを反映したものであることが明らかとなった。

キーワード： 乱流，組織構造，流れの可視化，画像処理，相関解析

89185

Hiroji Nakagawa**Stochastic Approach to Sediment Transport Problem**

Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering, JSCE.,

Vol. 6, No. 2, 1988, pp. 55-74.

移動床現象は一般的に流砂の不均衡によって引き起こされるため、その非平衡な流砂過程が合理的に記述される必要がある。特に、掃流砂の場合、その運動の確率的かつ離散的な特性が容易に非平衡な状況を生み出す。従って、確率論的考察にもとづく流砂モデルが種々の移動床現象を合理的に記述する上で有利であると思われる。こうした観点から整備されてきた Euler 型の stochastic model は、pick-up rate と step length より構成される。本研究では、先ず掃流砂を対象として、河床波の発生・形成過程、混合砂の場合の armor coat 形成・伝播を前述のモデルを適用して合理的に説明可能であることを示した。さらに、掃流砂と浮遊砂を統一的に理解することにより、浮遊砂を含んだ場合にも適用可能なように前述のモデルの拡張を図った。また、こうしたモデルにおける重要なパラメータである遷移確率を、その力学機構にもとづき評価した。

キーワード： 流砂，確率モデル，河床波，アーモアコート，浮遊砂

89186

Hiroji Nakagawa, Seizo Takebayashi and Shirou Mukuno A Study on Low Frequency Noise of Water Fall

Proc. International Symposium on Hydraulics for High Dam,

Beijin. China, 1988, pp. 1205-1217.

近年、河川水の有効利用を図るため堰の建設が進められているが、この堰から薄層放流した時に、いわゆる低周波空気振動が発生し、周辺の家屋、住民への影響が懸念される。この低周波空気振動の発生状況は構造物の規模、形態によって異なるが、非常に強い音圧の振動が発生することもあり適切な対策法の検討が望まれる問題である。

本研究はこうした実情を踏まえ、堰構造の中でも比較的 rigid なゲートを有する堰から薄層越流放流した場合における低周波空気振動の発生機構、ならびに低減対策について、瀬田川洗堰を用いて、構造各部の振動状況をシステムティックに計測することにより明らかにしようとしたものである。

キーワード： 薄層放流，堰，低周波空気振動

89187

Charles W. Knisely and Hiroji Nakagawa**Delay Time Model for Tandem Cylinder Vibration**

Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering, JSCE.,

Vol. 6, No. 2, 1988, pp. 1-15.

水理学や風土学の分野では、流れの中に2本の円柱が近接して配置された例が多く見られる。この時、下流側円柱は、強制振動を起こすが、これは2本の円柱間に高速の流れが周期的に流入したり、しなくなったりする現象 (jet switch) による干渉ギャロッピングによるものと考えられる。本研究では、先ず実験によって jet switching 現象の特性を把握し、これに基づきモデル化を試みたものである。並列円柱間の jet switching 現象の実験により、円柱の挙動と円柱間の流れの速度変化の間には、有意な遅れが存在することが認められた。この遅れ時間は、いわゆる reduced velocity と円柱振動の振幅の関数として表されることも知られた。こうして得られた遅れ時間の特性を、円柱の振動の運動方程式に組み込むことにより、下流側円柱の強制振動のモデル化が行なわれ、これによる計算結果は従来の実験値を十分に説明し得ることが認められた。

キーワード： 並列円柱，ストローハル数，遅れ時間

89188

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto, Yoshihiko Shimizu and Shogo Murakami**Flow in a Loose Structured Porous Medium Accompanied by Free Surface Flow (Experimental Study and Macroscopic Modelling)**

Proc. International Symposium on Interaction between Groundwater and Surface Water (IAHR), 1988, pp. 139-146.

高い透水性を有する浸透層上に表面流を伴う場合、浸透層内流れと表面の間に相互作用が生まれ、ダルシー則では予測し得ない流速場が形成される。本研究ではこのような流れ場の特徴を実験より抽出し、浸透層内流速分布、透水性境界面近傍の浸透層内の物質拡散係数を評価した。また、マクロな流れ場のモデリングから運動量交換係数を理論的に求め、レイノルズのアナロジーに基づいて物質拡散係数と運動量交換係数の良好な対応を示した。

キーワード： 非ダルシー則，浸透流

89189

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Shogo Murakami
Equilibrium Dune Profile Determined by Non-Equilibrium Bed Load
Transport Process

Proc. 6th Congress of APD-IAHR, Vol. II-1, 1988, pp. 99-106.

移動床河川に見られる種々の河床形態の中で、dunes は流砂量、流水抵抗に与える影響が顕著である。こうした dunes の効果を評価するためには、dune 形状、dune 上での流れ構造及びそこでの底面せん断応力分布の 3 者の相互作用を明らかにする必要がある。ところで、河床波が十分に発達し、平衡状態にある時でさえ、dunes 上の流砂状況は平衡状態にはなっておらず、強い非平衡流砂状況を呈している。本研究では、非平衡掃流砂過程がどのように平衡な dunes の形状を決定するかを検討したものである。こうした強い非平衡流砂状況に対して有効である流砂の確率モデルの構成要素である pick-up rate 及び step length のモデル化を行うとともに、実験によって dunes 上での流砂特性の把握を行った。流砂の確率モデルにももつづいて予測された平衡河床波形状、形状抵抗、摩擦抵抗は実験結果と良好な一致を示した。

キーワード： 河床波、掃流砂、確率モデル、摩擦抵抗、形状抵抗

89190

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Yoshihiko Shimizu
Velocity Profile of Flow over Rough Permeable Bed

Proc. 6th Congress of APD-IAHR, Vol. II-2, 1988, pp. 449-456.

砂礫床河川は一般に小さな相対水深と大きな河床勾配で特徴づけられ、その上の流れ構造と流砂過程に関する知見の集積は沖積河川での研究に比べ、必ずしも充分であるとは言いがたい。本研究は、砂礫河床のように粗く疎な構造を有する河床上の比較的相対水深の小さな流れ場の特徴を水理実験から抽出したものである。河床近傍に粗度自身の影響を強く受けた流れ場の特徴として平均流速分布と乱れ強度の一樣化及びレイノルズ応力分布の欠損などを実験より見いだした。また、平均流速分布の定式化を図り、実験値との良好な対応を示した。

キーワード： 礫床河川、相対水深、レイノルズ応力

89191

**Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto, Yoshihiko Shimizu
and Shogo Murakami**

**Interaction between Flow over Rough Permeable Bed and Flow in Porous
Medium Composed of Bed Materials.**

Proc. 3rd International Symposium on Refined Flow Modelling, 1988, pp. 627–634.

高い透水性を有する浸透層上に表面流を伴う場合、浸透層内流れと表面流の間に相互作用が生まれ、ダルシー則からは予測し得ない流速場が形成される。本研究ではこの相互作用を意識しつつ、表面流を伴う浸透層内部の流速場及び浸透層上の表面流流速場を実験的・理論的に取り扱った。特に、表面流場は乱れ計測を行うことにより乱れ強度・レイノルズ応力分布の特徴をつかむとともに、平均流速場のモデリングと実験値との良好な対応を示した。

キーワード： 非ダルシー則，表面流，浸透流

89192

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Yoshihiko Shimizu

**Interaction between Flow in Porous Medium with High Permeability and
Surface Water Flow**

Proc. International Symposium on Interaction between Groundwater
and Surface Water (IAHR), 1988, pp. 131–138.

高い透水性を有する浸透層上に表面流を伴う場合、浸透層内流れと表面流の間に相互作用が生まれ、ダルシー則からは予測し得ない流速場が形成される。本研究ではこの相互作用を注目し、透水性境界面での流出入流速の評価と流出・入のいずれかが定常的に生ずる場合及び繰り返し生ずる場合について、表面流の抵抗則に与える影響を理論的に検討した。

キーワード： 浸透流，表面流，流出入流速

89193

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Shogo Murakami
Effects of Gradation of Bed Materials and Transpiration through a Bed on
Bed Load Transport
 Proc. International Conference on RIVER REGIME, Wallingford,
 England, 1988, pp. 163-171.

河川の河床材料は一般に広い粒度分布を有し、そのため高い透水性を示す。従って、流砂量を見積る上で、こうした特徴を無視することはできない。本研究では、掃流砂運動の力学機構に基づき、河床材料の分級現象と高い透水性に起因する流出入流速の効果が検討された。これらの効果は普通相互作用を示すが、ここでは独立して取り扱われた。また、流砂モデルとしては、非平衡状況にある流砂に対して有効であり、しかも掃流砂運動の特徴を十分に表現し得るといった観点から、pick-up rate と step length より構成される確率モデルを用いた。粒径別の pick-up rate と step length に及ぼす流出入流速の効果が明らかにされた後、前述の確率モデルにもとづき armor coat の形成・伝播の数値 simulation を行い、実験との対応も良好であった。

キーワード： 混合砂，アーマーコート，流出入流速

89194

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Shogo Murakami
Effect of Suction or Injection through Bottom of a Stream on Bed Load
Transport Process
 Proc. International Conference on Fluvial Hydraulics, Budapest,
 Vol. 1, 1988, pp. 70-75.

砂や礫より構成される移動床河川においては、その高い透水性のため、主流と浸透流との間には相当活発な質量、運動量交換が存在すると考えられる。本研究では、こうした浸透流の存在の流砂運動に与える影響についての検討を行ったものである。ところで、表面流と浸透流の相互作用は、河床面を横切る流出入流速 (suction と injection) によって表わされる。

一般的に、流出入流速の存在は、掃流砂過程に容易に非平衡な状況を引き起こすため、こうした非平衡流砂過程の記述には、pick-up rate と step length より構成される stochastic model が適当と考えられた。これら2つのパラメーターに及ぼす表面流構造の変化を明らかにすることにより、流出入流速が存在する場での pick-up rate, step length のモデル化を行った。これらの結果は、実験によってその妥当性が確かめられた。また、2つのパラメータによって表される流砂量も十分に従来の実験値を説明し得ることも認められた。

キーワード： 流出入流速，掃流砂，確率モデル

89195

中川博次・辻本哲郎・清水義彦

粗度近傍の組織的流速変動場が相対水深の小さな流れの乱流構造に及ぼす影響

第33回水理講演会論文集，1989年，487-492頁。

本研究は相対水深の小さな流れ場を対象として水理実験からその乱流構造について検討したものである。すなわち，河床近傍において平均流速場分布や乱れ強度の一樣化，レイノルズ応力の欠損を指摘しその領域を roughness sublayer と呼んで，こうした構造の変化を検討した。また，相関・スペクトル解析より，粗度近傍において比較的周期的な流速変動を見いだして，先述の特性が粗度要素からの剝離・放出渦に依存するものとの考えを確かめるとともに，安定な渦構造を伴う流れとの比較を行った

キーワード： 乱流構造，粗度近傍流れ

89196

杉山博信・角屋 睦・永井明博

総合貯留関数モデルに関する研究

農業土木学会論文集，134号，1988年，69-75頁。

わが国で，大中河川の洪水流出解析によく利用されている貯留関数モデルは，そのモデル定数の物理的意義が必ずしも明確ではなく，したがってその推定法も経験的であり，応用性に乏しいという難点があった。

本研究では，前報の成果をさらに発展させ，様々の土地利用条件をもった14流域の48出水のデータについての最適モデル定数を利用して，一個の定数は固定し，他の2個を流域面積，ピーク流出量と土地利用形態の関数として表現する総合貯留関数モデルを提案することに成功した。さらに，本来集中型であるこのモデルを，分布型モデル的に拡張利用できる合理的な適用法も提示し，その有用性を実証している。

キーワード： 洪水流出，貯留関数モデル，総合貯留関数モデル，土地利用変化と流出変化，流出モデルの最適同定

89197

角屋 睦・増本隆夫

巨椋低平流域の都市化と内水(8)―幹線道路群の集中とその波及効果―

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 379-393頁。

京都市南部・宇治市西部・城陽市・久御山町にまたがる巨椋低平地主体流域では、京滋バイパス(完成)・大久保バイパス・第2京阪その他の幹線道路の配置計画があり、それに伴い新規の都市化が懸念されている。本研究はこの都市化をⅠ～Ⅳ-3の7段階に分類して、それぞれの段階の都市化が水害危険度に及ぼす影響と、それに対処すべき治水方策を攻究したものである。その結果、幹線道路の建設そのものは水害危険度を大きく変えるものではないが、それに伴う沿道施設の影響はきわめて大きく、この新しい形の都市化は厳しく制限されるべきこと、国道1号線と第2京阪道路に挟まれる地域の都市化を許容するときの影響も大きく、治水計画を根本的にやり直す必要のあることなど、寒心すべきいくつかの事項が指摘されている。

キーワード： 内水, 低平地流出, 土地利用変化, 水害危険度, 都市化, 内水対策

89198

Mutsumi Kadoya and Haruya Tanakamaru

Flood Runoff Forecasting with Long and Short Terms Runoff Model

Proc. 6th Cong. of APD-IAHR, Vol. I, 1988, pp. 183-190.

無降雨時・小降雨時には単位時間1日程度の長期流出解析を、大雨時には単位時間を1時間以下に切り替えて洪水流出計算を行う長短期流出両用モデルを提示し、これを紀ノ川最上流大迫ダム流域(115 km²)に適用した。最初の2年間のデータで最適同定を、続く10年間のデータで検証したが、10年後でも高い適合性を示した。さらに洪水時の実時間予測の精度を向上させるため、カルマンフィルターを利用する予測システムを構築し、1-3時間先の予測も精度よくできることを示した。

キーワード： 洪水流出, 長期流出, 洪水予報, 実時間洪水予測, フィルタリング

89199

角屋 睦・永井明博

長短期流出両用モデルの開発改良研究

農業土木学会論文集, 136号, 1988年, 31-38頁。

流出モデルについてはこれまで数多くの研究があるが、洪水流出については有効降雨の推定、長期流出では洪水流出波形の再現性などの問題が残され、ダム管理など実務上の難点となっている。われわれは、こうした難点を解決するため、これまでのモデルの利点を考慮しつつ、洪水・低水流出を連続して解析する長短期流出両用モデル(LST-I)を数年前に提案したが、今回は、さらにこのモデルに改良を加え、物理的にも無理のないモデル(LST-II)を提案した。ついで、カマ谷試験流域(0.24 km^2)の8年間の水文資料を用いて両モデルの最適定数を探索し再現性を検証の上、出水時の単位時間、降雨遮断、蒸発散、中間流出の上限、無降雨日の蒸発散の取り方など、様々な観点からモデルの適用法を検討した。

キーワード： 流出モデル, 洪水流出モデル, 長期流出モデル, 長短期流出両用モデル, 貯留型流出モデル, 有効降雨推定

89200

角屋 睦・永井明博

長短期流出両用モデルの永源寺ダム流域への適用と考察

農業土木学会論文集, 137号, 1988年, 71-78頁。

われわれが提案した長短期流出両用モデルは、様々な特長を持ったモデルであるが、本来試験地レベルの小流域で開発検証されたもので、一般河川への適応性については不明のままであった。そこで本報告では、滋賀県永源寺ダム流域(132 km^2)を事例的にとりあげ、実用上解決すべき様々の問題を検討した結果を述べている。すなわち、流域平均降水量の推定法と欠測資料の補完法、積雪・融雪量の推定法、無降雨日および降雨日の蒸発散量の推定等を検討し、合理的な実用法を提示している。モデル同定に2年、検証に9~11年間の資料を用いている。流量の再現性は洪水・長期とも相対誤差で30%程度とやや大きいですが、ダム地点、およびその直上流で得られている流量資料の間に相対誤差の形で十数%の差があることを考慮すると、実用上は十分な精度と判断できる。

キーワード： 流出モデル, 洪水流出モデル, 長期流出モデル, 長短期流出両用モデル, 貯留型流出モデル, 永源寺ダム流域

89201

角 屋 睦

土地利用変化に伴う流出特性の変化

農業土木学会誌, 56巻11号, 1988年, 5-9頁。

流域の土地利用形態に変化を生じると、流出の状態もまた変化することは、今日ではもはや常識であるかのようにいわれているが、その実態を定量的にいえる人は意外に少ない。この報告は、著者が直接ないし間接的に係わった研究の成果を主体に、標記の問題を総括的にとりまとめたもので、未公開の資料も含まれている。なお、低水流出については資料がかならずしも十分ではないので省略され、議論は雨水保留特性、ピーク流出特性、洪水流出モデル定数など、洪水流出特性の変化に限定されている。土地利用形態としては、林草地、畑地、ゴルフ場、放牧地、運動場、および市街地が取り上げられ、林草地や畑地では、流出が表層地質・土性に大きく左右されることも強調されている。

キーワード： 土地利用変化, 土地利用変化水文, 保留量, ピーク流出特性, 洪水流出モデル, 都市化水文

89202

早瀬吉雄・角屋 睦

都市化に伴う流出の変化—巨椋低平流域における事例—

農業土木学会誌, 56巻11号, 1988年, 31-37頁。

都市化に伴う流出変化の様相は、丘陵地と低平地では大きく異なり、その解析手法もまた同一ではない。この報告は、京都南部の巨椋低平流域を事例として、流出変化の実態と将来の変化予想を示したもので、次のような内容を含んでいる。1) 昭和35年当時流域の4%程度に過ぎなかった市街地面積は、昭和53年には33%、60年現在45%に、将来は50%以上になると予想されている。2) 都市化に伴う流出形態の変化は、表面流出モデルおよびわれわれの提案による低平地タンクモデルで再現できることを観測結果と対比実証し、モデル諸定数を定めている。3) 100年確率相当の昭和34年豪雨を基礎に、10、30、50年確率相当降雨を設定して流出解析を行い、都市化の影響を議論している。4) 主要地点の水位変化の形で水害危険度の変化を議論している。

キーワード： 内水, 低平地流出, 都市化水文, 洪水流出解析, 水害危険度

89203

角屋 睦・田中丸治哉・永井明博・金口正幸

愛知川上流域への長短期流出両用モデルの適用と実時間洪水予測

水資源研究センター研究報告, 9号, 1989年, 45-60頁。

これまでに、愛知川上流域を対象として、無降雨時には1日単位の長期流出解析を行いながら、豪雨時には1時間またはそれ以下の単位時間の洪水流出解析に切換えられる長短期流出両用モデルの有用性を検証している。ここでは、さらに流域平均降水量の推定法を再整理して簡便化するとともに、流出モデルの単純さに起因するシステム誤差、水文観測や流域平均降水量推定法に起因する観測誤差を補償するフィルタリング手法を併用して、1-3時間先の洪水予測精度を格段に向上させる実時間予測システムを構成し、その有用性を実証している。

キーワード： 洪水流出, 長期流出, 洪水予報, 実時間洪水予測, フィルタリング

89204

岡 太 郎

埋管浸透法による出水抑制

自然災害科学, 7巻3号, 1988年, 23-35頁。

都市近郊の丘陵地開発は、雨水流出量を増大させるとともに、その速度を速め、下流域の水害危険度を増大させている。この対策として、開発に伴って増大する雨水流出の一部を地中に浸透させて出水を抑制しようとする地下浸透法が検討されている。

本研究では、地中に穴あきパイプを埋設しておき、このパイプをとおして雨水浸透を促進させる埋管浸透法について、その浸透機構と埋管浸透量式を検討した。その結果、埋管浸透量は、土壤水分量よりも埋管圧力の影響を強く受けるが、その低減部は Philip が提案している浸透能式と同形の式で近似できることなどが明らかになった。次に、数値解析結果を整理して埋管浸透量式の係数と飽和透水係数との関係を表す図表を提示し、それらを用いて埋管浸透量を簡単に推定する方法を提案した。さらに、この方法を宇治市北部の北御蔵山住宅団地に適用し、埋管浸透法の実用性と問題点を具体的に明らかにした。

キーワード： 都市化, 洪水, 埋管浸透法, 出水抑制, 土壤水分

89205

Taro Oka**Rainfall Infiltration and Macropores in a Hillside Slope**

Infiltration Principles and Practices, Post-Conference Proceedings
of the International Conference on Infiltration Development and
Application, 1988, pp. 168-177.

自然丘陵地斜面には、小動物・根腐れ・乾燥亀裂等によって形成される大間隙が多数分布しており、雨水浸透現象に影響を及ぼしている。本研究では、まずはじめに、京都市西部の竹林において人工降雨形式の浸透能試験・土壌中の間隙測定・土壌物理試験を行い、大間隙と雨水浸透との関係を検討した。その結果、雨水浸透能は土壌特性より判断して、過大な値を示し、それは土壌中に存在する大間隙への流入によってもたらされることなどが明らかになった。

次に、大間隙が存在する場合の雨水浸透モデルを細い macropores 及び荒い macropores を含む土壌について個別に提示した。その結果、細い macropores は雨水浸透を高速化し、全体的に見れば不飽和透水係数を 5~10倍大きくする効果がある。また、地表面に到達した雨水の大部分は、荒い macropores に浸入し、浸透能を数 10 mm/hr 増大させる効果を有していることなどが明らかになった。

キーワード： 雨水浸透能，粗大間隙，土壌水分，有限要素法，透水係数

89206

石原 安雄**洪水災害防止における FAIL-SAFE と SAFE-FAIL**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，369-377頁。

洪水災害防止のための河川堤防や貯水池は、通常、安全度の考えに基づく設計基準に従って作られる。しかし、これらの防止能力には当然限界があるので、設計基準を越える大雨があると、住民の生活場には浸水が起ることになる。

本論文では、大雨による洪水災害の被害の軽減策を検討する上での基本課題である何をどのように守るべきかということを明らかにするために、内水型と外水型の浸水被害の発生構造が、リスク分析で用いられる fault tree の手法で解析され、これに基づき洪水災害防止のシステム図が提示された。このシステム図と fail-safe, safe-fail 原理との対応とともにそこでの安全度が検討された。以上の結果に基づき、社会生活や社会活動の対策については safe-fail 原理に、また生命や財産の対策については fail-safe 原理に従わねばならないという洪水災害防止軽減の規範が強調された。

キーワード： 洪水災害，リスク分析，フェイル・セーフ，セーフ・フェイル，減災

89207

Yasuo Ishihara, Eiichi Shimojima and Yujin Minobe**Water Vapour Transfer in Evaporation from a Bare Land**

Proc. of the 6th Congress APD-IAHR, Vol. 1, 1988, pp. 33-40.

裸地蒸発は気象条件と土地条件のもとで生起する。従って、裸地蒸発の機構を明らかにするためには、蒸発の生起場を大気-土地系として取り扱わねばならない。

本論文では、裸地蒸発によって生じた水蒸気の輸送機構が室内実験を通して考究された。実験は、多孔質層の表面に、速度、温度、湿度が常に一定となる乱れた気流が風調を介して与えるというものである。その結果、以下のことが明らかになった、1) 乱流境界層において、水蒸気輸送が運動量輸送と類似な機構でなされたとした水蒸気量の評価法は、境界層の外部領域に対しても適用が可能である。2) 蒸発が地面より下方で生起している場合、地表面直下の水蒸気輸送は分子拡散のみならず乱流拡散によっても行われ、また後者の寄与は顕著である。3) 多孔質材料の粒径が大きな場合、多孔質層内の乱流拡散の混合距離はその粒径の半分程度の大きさとなる。

キーワード： 裸地蒸発，水蒸気輸送，気流

89208

葛葉泰久・石原安雄・下島栄一**数値シミュレーションによる裸地蒸発に関する研究一定水位の地下水面がある場合—**

京都大学防災研究所年報，第31号 B-2，1988年，255-273頁。

本論文は、裸地蒸発の基本的な仕組みを明らかにするために、蒸発の場を大気-土地系として捉え、大気と土地での蒸発に係わる水分（液水と水蒸気）と熱の諸関係式を下記の簡単な初期・境界条件下で数値計算を行い、その結果に対して検討・考察を加えたものである。そこでは、地中の一定の深さに一定温度の地下水面が常に存在するものとし、地上では対数則に従う一定強さの風（ある高さで一定温度）があり、また日射条件として一定の場合と日周期の変化をする短波放射を想定した。なお、土壌の初期条件として、一様な温度分布と脱水平衡を与えた。

計算結果を通して、蒸発強度と地表面含水量との関係、地下水面の深さ、風速、短波放射、土壌粒径の大きさと蒸発強度との関係、とくに日変化する短波放射条件下の蒸発強度や地中温度の変化特性、さらには蒸発域や蒸発に係わる熱諸量の収支の関係等が議論された。

キーワード： 裸地蒸発，数値計算，地下水面

89209

Shuichi Ikebuchi, Masakazu Seki and Akiyoshi Ohtoh**Evaporation from Lake Biwa**

Journal of Hydrology, Vol. 102, 1988, pp. 427-449.

琵琶湖水管理に占める湖面蒸発量の観測・評価の意義を述べるとともに、彦根沖・真野沖に基地観測点を設け、湖面蒸発に関与する多くの微気象・水文観測を長期間連続して実施した。湖面蒸発量の真値に近い値を生み出す渦相関法との対比から、通年観測にあつては測定要素が少なく、維持管理も容易なバルク法が精度的にもよいことを見出したので、実際にバルク法により年間を通して湖面蒸発量を推定し、その時系列変化から秋、冬季の湖面蒸発量の大きさが琵琶湖における秋冬渇水の自然的誘因になりうることを考察している。一方、各季に短期間集中して湖上を移動観測することにより、湖面蒸発量の面的評価を試み、基地観測点の値に風速比を乗ずることにより任意地点の湖面蒸発量が推定できることを見出している。

キーワード： 湖面蒸発量，渦相関法，バルク法

89210

池 淵 周 一

ダム操作

オペレーションズ・リサーチ，33巻9号，1988年，447-451頁。

洪水防御，水資源開発の柱として機能しているダム貯水池の実際管理の重要性とその強化の要請をふまえ，ダム操作を計画操作と実時間操作に分けて，それぞれについて OR 的手法による接近の現況を述べるとともに，それらが実際管理に活用されていくための条件づくりについて考察している。すなわち，OR 的手法の実学への回帰に向けて，1) 責任・保障の問題，2) 河川管理者と研究者の立場，理解の乖離，3) 評価関数の合意形成，4) 計画操作と実操作のすりあわせ，という視点をとりあげ，そこでの検討課題とその解決策を論述している。

キーワード： 洪水・渇水，水資源開発，オペレーションズ・リサーチ，ダム操作

89211

池淵周一・白村 暁・宮川裕史

FTA による渇水の構造特性

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 297-315頁。

渇水事象に関しては、一般に過去の経験などから異常気象がその最大の原因と考えられているが、他の要因との因果関係等はあまり論じられていない。本研究では、渇水事象発生の際の要因間に存在する因果関係を考察するために、FTA という安全性解析手法を利用して、主に流量による要因を重視しながら淀川水系を例に定性・定量的両面から解析を行った。その結果、①定性的特徴として、琵琶湖—宇治川—淀川本川ライン上では、琵琶湖流域の異常気象をはじめ、ライン上の洗堰、天ヶ瀬ダム、枚方取水場の不備や、本川上の水質障害が致命的要因であり、②定量的解析では、琵琶湖流域での異常少雨が淀川渇水発生の最大の要因で、湖面蒸発量の異常現象もその生起確率によっては他流域の異常少雨より重要な要因である等の関係が明らかとなった。このように、FTA が渇水事象の特性を論理的に解明する1つのアプローチとしての可能性を秘めていることがわかった。

キーワード： FTA, 渇水, 湖面蒸発, ダム制御

89212

池淵周一・土谷史郎・久保和幸・光田 寧

大型ライシメータによる裸地蒸発量の観測・評価

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 275-285頁。

流域からの蒸発散量を正確に知ることは治水・利水の面からも、また、水収支や流出モデルの精度向上からもきわめて重要な課題である。本研究はまず実用的なモデル構成に焦点をあて、実験場に設置された観測機器から得られる気象・水文データを用いて統計的分析を行なうことにより、裸地からの蒸発量と他の気象要素との相関関係を明らかにするとともに、蒸発量推定式を構成した。裸地蒸発量と特に相関が高かった気象因子は、従来から言われているように純放射量であった。裸地蒸発量推定式は、水面蒸発量推定式として良く用いられている Penman 式を基本にして構成し、さらに補正係数として土壌水分の項を乗ずることにより、地表の水分供給が不十分な状態での蒸発量の補正を試み、その結果良好な再現性が得られた。これは、裸地蒸発量に対する補正関数の必要性を示すものである。今後は、適用例を増やすことにより推定式の検証や発展に努めてゆく。

キーワード： 裸地蒸発量, ライシメータ

89213

中北英一・筒井雅行・池淵周一・高棹琢馬

降雨分布特性の気象力学的解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 209-229頁。

昭和61年梅雨末期に近畿地方で生じた集中豪雨では、降雨域内の強雨発生域とメソ B スケールでみた下層風速場の偏りとの関係は、地形と結びつけて定性的に説明付けられ、さらに下層風速上の偏りは本質的には総観場の状況と地形の影響とによって生じていると推定される。主な水蒸気の供給源である下層風速場の不均一性がこのような状況で定まっているのであればもともと総観場の状況は数時間のオーダーでみれば安定していることから、短時間降雨予測への重要な情報源となる。このことをさらにはっきりと確認するために、地形データおよび総観スケールの情報としての高層観測データのみからメソスケールモデルを用いた3次元数値計算を行い、昭和61年の集中豪雨時の下層風の流入形態の再現を試みるとともに、再現した風速場に水蒸気を流入させて簡単な降雨モデルによって降雨分布の再現を行い、上記の推定を支持する結果を得た。

キーワード： 集中豪雨, 地形性降雨, 短時間降雨予測, レーダー, 数値計算

89214

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬

3次元レーダー雨量計情報の利用に関する基礎的研究(Ⅱ)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 231-240頁。

短時間降雨予測を物理的に根拠のある形で扱って行くためには、降水へのインプットである水蒸気に関する情報が必要であり、ルーチン気象観測データと合わせて、この情報をいかに3次元レーダー情報から推定するかが重要な課題となる。本研究ではその最初の試みとして、水分の3次元連続式を基礎として、単位時間、単位体積あたりの水蒸気の相変化量を3次元レーダー雨量計情報から推定する手法を展開するとともに、水収支という観点から捉えた大気鉛直速度の推定手法をあわせて示した。さらに、昭和61年7月の梅雨末期に近畿地方で生じた集中豪雨を対象として、下層風の流入形態と水蒸気相変化量分布との関係、下層での相変化量が降雨量に対して占める割合等の調査を行い梅雨時における下層からの水蒸気流入の重要性を確認するとともに、本手法の有効性や短時間降雨予測手法への発展性あるいは問題点について考察を加えた。

キーワード： レーダー, 短時間降雨予測, 集中豪雨, リモートセンシング

89215

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬

三次元レーダー雨量計情報の可視化

土木学会論文集, 393号 1 II-9, 1988年, 161-169頁。

3次元レーダー雨量計情報の利用を考えるにあたって、まず第一にレーダー雨量計データの分解能、つまりレーダーデータがどの程度降水構造やその変動特性を表現し得るかを前もって把握しておく必要がある。ところが、3次元空間内のレーダーエコーの強度分布を直観的に把握することは容易ではない。こういった点を考慮し、本研究ではカラーグラフィックスを用いて、3次元的なエコーの強度分布を直観的かつ詳細に表現するための画像の開発を行なった。これらの画像により、レーダー観測域全体でみた降水域の3次元形態や強度分布が容易に概観できるようになったばかりか、特定の範囲に限定した画像表示すれば、メソγスケールでみた3次元的なエコー強度分布やその時間変動が直観的に把握できるようになった。マルチセル型雷雨を例にとれば、それが発達段階の異なるセルから成っていることの確認やそれらの発生・衰弱の様子の直観的な追跡調査が可能となった。

キーワード： レーダー、リモートセンシング、集中豪雨、短時間降雨予測、グラフィックス

89216

高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人

流域微地形に対応した準3次元流出モデル

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 341-355頁。

実流域の地形・地質特性にできるだけ忠実な流出モデルを構築することにより、地形・地質特性と出水形態の関係を把握することを最終的な目標とし、実流域に即した流域モデル、およびその流域モデルをもとにした流出計算法を提示している。

斜面勾配・斜面幅の変動をパターン化せず、実地形に対応した斜面モデルを構成するために、斜面横断形状、平面形状ともに3次スプライン補間関数を用いて表現し、この斜面要素上で、中間流と地表面流を統合的に表わす流量流積関係式を用いた kinematic wave モデルを流れのモデルとして提示している。

実流域の地形データを用いた数値実験の結果、谷型斜面からの出水がハイドログラフの立ち上がりに大きく影響を及ぼすことを明らかにしている。

キーワード： 流出解析、地形、水文学

89217

高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人

流域微地形に対応した準3次元斜面要素モデルと流域規模モデルの自動作製

水理講演会論文集，第33回，1989年，139-144頁。

実流域の地形構造に即した流出モデルを構成するために，有限要素法における要素構成法を援用して，対象とする流域斜面全体を三角要素の集合体としてモデル化し，デジタイザーによって読みとった地形図上の等高線と河道，または国土数値情報の標高データファイル・流路位置ファイルのデータを入力すれば，計算機内部で自動的に流域界を決定し，流域を斜面要素に分割するシステムを提示している。

このシステムを用いて斜面要素の地形情報を自動的に算定し，個々の斜面要素に斜面要素モデルを適用すれば，流域地形構造に即して斜面・河道網の雨水流を追跡することが可能となる。

本論文では，システムの中心部分のアルゴリズムを解説し，小試験流域への適用例を示している。

キーワード： 流域地形，流出モデル，デジタルマップ

89218

高棹琢馬・宝 馨・三谷裕次郎

洪水予測精度向上のためのレーダー雨量の逐次補正について

第33回水理講演会論文集，1989年，103-108頁。

レーダー雨量計の即時的・広域的観測特性を有効に利用し，流出計算の入力として必要な雨量の推定精度を高めて出水予測精度の向上を図る。本研究では，レーダー雨量計データを雨量に概算する際に用いる，レーダー反射因子 Z と降雨強度 R との関係を与える経験式中の定数 B ， β を領域内の多数の地上雨量計データを利用して実時間で逐次補正していくことによって，雨積雨量の推定精度，出水予測精度がどの程度向上するかという点について基本的な検討を行った。由良川流域（面積 $1,880 \text{ km}^2$ ）および大野ダム流域（面積 350 km^2 ）において，逐次補正の方法をいくつか試み，地上雨量のみを用いた場合，レーダー雨量のみを用いた場合と，流域内の主要基準の洪水ハイドログラフを比較した。その結果，適当な逐次補正を行なうことにより，出水予測精度が向上する可能性があることが明らかとなった。

キーワード： 広域，予知，予報，洪水流出，レーダー雨量計

89219

高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴

洪水制御支援のためのエキスパートシステムに関する基礎的検討

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 357-368頁。

本研究は、洪水制御支援のためのエキスパートシステムの構築に向け、その基礎段階として、既存の洪水管理ソフトウェアや情報収集システムとの整合性に留意したシステムの全体構成と推論機構を中心に検討を行ったものである。得られた成果を要約すると、(1)洪水制御問題への知識工学的アプローチを試み、既存のデータ収集システムや定量的情報処理システムとの整合性を保持した洪水制御支援システムの構成法を示した。(2)推論エンジンとして事象駆動型のプロダクションシステムを援用し、認知—実行サイクルの洪水制御問題への適用方法を示した。(3)推論の実行速度とルールベースの保守の利便性を確保するため、ダム操作に関するルールをダム管理規制を中心として階層的に分類・整理するとともにプロダクションルールの形で記述し、実河川モデルに適用することによって、エキスパートシステムの河川管理分野への適用性について考察した。

キーワード： 洪水防御, 洪水調節, エクスパートシステム, 意思決定支援システム, オンライン

89220

宝 馨・高棹琢馬

水文頻度解析における確率分布モデルの評価規準

土木学会論文集, 393号/II-9, 1988年, 151-160頁。

水文頻度解析で用いられる1変数確率分布モデルの新しい評価手順を提案した。この手順では、標準最小二乗規準(SLSC)、最大対数尤度(MLL)、情報量規準(AIC)などの適合度規準だけでなく、確率水文量の変動性をモデル評価の規準に採用している。その変動の大きさを定量化するため、新しい統計技法であるjackknife法とbootstrap法を用いた。いくつかの地点の年最大 k 日降水量($k=1, 2, 3$)を対象として、正規分布、対数正規分布、Gumbel分布、対数Gumbel分布、PearsonⅢ型分布、対数PearsonⅢ型分布、平方根指数型最大値分布を評価した。また、データ個数(標本の大きさ)と確率水文量の推定誤差の関係について検討した。

本研究により適合度のみを規準とする従来のモデル評価の難点が明らかにされるとともに、種々の分布の適合性および確率水文量の変動性が極値降水量データを用いて実証的に明らかにされた。

キーワード： 規準, 極値, 再現期間, 頻度解析, リサンプリング手法

89221

高棹琢馬・宝 馨・三谷裕次郎・笛田俊治

レーダー雨量の逐次補正とその洪水予測への適用

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 241-254頁。

本研究の目的は、レーダー雨量計の即時的・広域的観測特性を有効に利用し、流出計算の入力として必要な雨量の推定精度を高めて出水予測精度の向上を図り、豪雨・洪水災害の防止・軽減に資することである。ここではレーダー雨量計データを雨量に概算する際に用いるレーダー反射因子 Z と降雨強度 R との関係を与える経験式中の定数 B , β を流域内の多数の地上雨量計データを利用して実時間で逐次補正していくことによって、面積雨量の推定精度、出水予測精度がどの程度向上するかという点について基本的な検討を行った。

由良川流域（面積 $1,880 \text{ km}^2$ ）において、逐次補正の方法をいくつか試み、地上雨量のみを用いた場合、レーダー雨量のみを用いた場合と、流域内の主要規準点の洪水ハイドログラフを比較した。その結果、適当な逐次補正を行うことにより、出水予測精度が向上する可能性があることが明らかとなった。

キーワード： 広域, 予知, 予報, 洪水流出, レーダー雨量計

89222

高棹琢馬・宝 馨・清水 章

水文頻度解析モデルの母数推定法と確率水文量の変動性

— 3 母数対数正規分布について —

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 287-296頁。

水文頻度解析においてよく用いられる 3 母数対数正規分布には種々の母数推定法が提案されている。本研究は、Monte Carlo シミュレーションにより、種々の推定法の優劣を標本の大きさと関連づけながら比較評価したものである。対象としたのは、最尤法、Hazen 公式を用いた最小二乗法、Weibull 公式を用いた最小二乗法、標本歪係数を用いた積率法、不偏係数を用いた積率法、Bobee-Robitaille の補正歪係数を用いた積率法、石原・高瀬法、岩井改良法、Sextile 法の 9 種の方法である。

母数推定値および再現確率統計量の偏り、推定誤差を評価規準として検討した結果、標本の大きさが 50 程度以上の比較的大きなデータセットに対しては最尤法が良いことが確認された。また、小標本に対しては、石原・高瀬法や岩井改良法など我が国で慣用されてきた手法が良い結果を与えることが分かった。

キーワード： 極値, 再現期間, 頻度解析, 対数正規分布

89223

宝 馨・高棹琢馬・溝淵伸一・杉原宏章

コンピュータを用いた水文地形解析序論

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 325-340頁。

通例煩雑な作業を要する水文地形解析をコンピュータを利用して自動的に実行できるシステムを構築し, 省力化・客観化を図った。基本的な解析法は, 流域のデジタルマップを用いる方法(メッシュ法)と地形図に記されている河道網を直接解析する方法(河道追跡法)の二つであり, それぞれの方法の利害得失を明らかにした。これらの方法を, パーソナル・コンピュータおよび大型計算機で実行できるようにした。さらに, 国土数値情報の標高ファイル(KS-110-1), 流路位置データファイル(KS-272)および流域界・非集水域境界線位置ファイル(KS-273)を用いて同様の解析ができるようにした。

こうして河川流域の地形特性量(分岐比・河道長比・集水面積比・河道勾配比など)を算定し, 解析スケールと地形特性量との関係, 地形則の適合性などについて若干の検討を行なった。

キーワード: データ処理, 地形学, 水系図, デジタルマップ, 国土数値情報, 河道網

89224

Toshiharu Kojiri and Shuichi Ikebuchi

Real-Time Operation of Dam Reservoir by Using Fuzzy Inference Theory

Proc. of 6th Congress, APD, IAHR, Vol. 1, 1988, pp. 437-444.

本研究では台風性降雨時におけるダム貯水池操作を対象に, その実時間操作にファジィ制御理論を導入した。特に, 台風情報からダム操作および操作結果までの間に発生する曖昧性に対処しながらダムオペレータが蓄積してきた知識や経験を制御規則に論理化するとともに, ファジィ推論法を適用した。すなわち, 制御アルゴリズムは if-then 形式で表現されるが, if…の条件部要因には現時刻 t の貯水位, ダムへの流入量, 流入量増加率に加え, 予測総雨量の4つの要因を取りあげ, これら入力変数と then…の後件部要因である放流量との間で関数関係なる規則を設定し, 全体の推論結果をいわゆるファジィ推論法(Ⅲ)で決定した。なお, 予測総雨量についても当該台風と過去の台風との類似度の算定にファジィ推論法(Ⅰ)を用いている。

キーワード: ダム操作, ファジィ制御, 降雨予測

89225

村 松 久 史

冬季の対流圏オゾンの長期変動について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 193-200頁。

日本上空の上部対流圏 (500-250 mb) のオゾンの分圧の1960—1985年の期間の変化傾向とその原因について調べた。使用した資料は札幌, 館野, 鹿児島 of 反転観測によるオゾン量と高層気象観測である。

冬季におけるオゾンの長期変化は下部成層圏からの輸送に関連している。札幌の上部対流圏のオゾンは増加傾向にあるがこれは下部成層圏のオゾン濃度および成層圏から対流圏への輸送頻度の増加によるものである。館野では上部対流圏のオゾンは減少傾向にあるがこれは成層圏からの輸送の減少による。鹿児島では対流圏オゾンは増加傾向にあるが, 成層圏からの輸送とはほとんど関係がない。

キーワード: オゾン, 長期変化, 対流圏, 成層圏

89226

高田久美子・村松久史

大気メタン濃度の測定について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-2, 1988年, 201-208頁。

1987年11月から大気中メタン濃度をガスクロマトグラフによって測定してきた。測定誤差は主に水素炎イオン化検出器自身の揺らぎによるもので, 1回の分析に伴う誤差は 0.017 ppmv である。サンプリングは防災研究所の屋上で行ない, 1つの試料について3回繰り返し分析してその平均値を用いた。

1987年12月から1988年3月の観測結果によると, 約10日に1回の頻度で突然に高濃度となる日があるが, 全体として季節変動によって徐々に減少しており平均濃度は 1.791 ppmv だった。また1988年2月27日14時から28日15時まで1時間ごとに行なった観測では日中は低濃度, 夜間が高濃度となる日変化のプロファイルが得られた。その変動の大きさは 0.066 ppmv であり, これまでに報告されている季節変動の大きさに匹敵するものである。

キーワード: メタン, ガスクロマトグラフィー, 季節変化, 日変化

89227

Michio Hirota, Hisafumi Muramatsu, Toru Sasaki,**Yukio Makino and Mitsuru Asahi****Atmospheric Concentrations and Distributions of CF_2Cl_2 , CFCl_3 and N_2O over Japan Between 1979 and 1986**

J. Meteor. Soc. Japan, Vol. 66, No. 5, 1988, pp. 703–708.

1978年以来日本上空 ($33-38^\circ\text{N}$) の対流圏と成層圏内の空気試料を採取し, GC-ECD 法で CF_2Cl_2 , CFCl_3 と N_2O の分析を行なった。

1986年11月における対流圏内の平均体積混合比は CF_2Cl_2 が, 390 ppt, CFCl_3 が 238 ppt, N_2O が 308 ppb であった。1979年1月から1986年11月までの期間, CF_2Cl_2 は 13.5 ppt/年, CFCl_3 は 9.5 ppt/年の割合で増加していたが, N_2O は1982年12月から1986年11月までの期間に 2.0 ppb/年の割合で増加していた。

下部成層圏 (15–28 km) における CF_2Cl_2 , CFCl_3 および N_2O の体積混合比は高度とともに減少しており, その傾向は1次元光化学—拡散モデルから計算された高度分布によく一致していた。

キーワード: クロロフルオロカーボン, 対流圏, 成層圏, 亜酸化窒素

89228

Yutaka Kondo, Hisafumi Muramatsu, W. A. Matthews,**N. Toriyama and Michio Hirota****Tropospheric Ozone and Oxides of Nitrogen over the North-Western Pacific in Summer**

J. Atmospheric Chemistry, Vol. 6, 1988, pp. 235–250.

東アジアの太平洋上 $138\pm 3^\circ\text{E}$ に沿って 34°N – 19°N の高度 0.5–5 km の範囲で大気中の O_3 , NO , NO_y (窒素酸化物), 水蒸気の測定をおこなった。

O_3 と NO_y の緯度分布には高い相関がみられる。 O_3 と NO_y の濃度は 25°N 以北ではそれ以南よりはるかに高い。 20°N での境界層内の O_3 , NO_y の濃度は各々 4 ppbv, 50 pptv の最低値を示した。 20°N での NO は 2–5 km の高度範囲で 30 pptv である。 25°N – 20°N の範囲では O_3 と水蒸気の高分布には高い相関がみられる。しかし 33°N では相関が低い, このことはそこでの O_3 の光化学生成を示唆している。

キーワード: オゾン, 窒素酸化物, 水蒸気, 対流圏

89229

井 上 治 郎

カタバ風

南極の科学 3 気象 古今書院, 1988年, 57-82頁。

南極大陸の大気境界層内の特徴的な現象であるカタバ風について, 内陸・沿岸部での地表風の年変化からその違いについて述べ, 支配要因としての地形および温度構造との関係を明らかにした。さらにこれまで提出されてきたカタバ風のさまざまなモデルを力学バランスの観点からまとめ, 実測風のデータを用いて, 現実の風への応用に当たっての問題点を述べた。特に運動方程式の解析解を得るために一般的に与えられている, 気層の熱エネルギーバランスの仮定については, まだ十分評価が定まっておらず, 基本的に場所, 時間・空間スケールによって変える必要があることを指摘した。さらにこれらの問題点と合わせて今後の観測上の課題を示唆した。

キーワード: カタバ風, 南極, 力学バランス, 熱エネルギーバランス

89230

M. Koyama, J. Takada, K. Kamiyama, Y. Fujii,

J. Inoue, K. Issiki and E. Nakayama

Neutron Activation Analysis of Snow and Ice in Antarctica

Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 124, 1988, pp. 235-249.

きわめて汚染の少ない水試料の放射化分析を行なうに当たって, 瓶・ビーカー・試験管・フィルター等, 実験器具の汚染を最小化する方法を確率した。この方法を用いて, 南極・チベット高原・日本の中部山岳地の雪氷試料を中性子放射化分析法で分析した。その結果, 地殻の主要構成物である Zn, Cd, As, Sb, Ag, Se 等の揮発性成分の濃度は, Al, Fe 等の不揮発性成分の濃度に比べて全てのサンプルで高かった。この傾向は, 南極・チベット高原等, 極地のサンプルでより明瞭になり, 通常の土壌成分の10-1000倍になった。

キーワード: 放射化分析, 南極, チベット高原, 雪氷試料

89231

Jiro Inoue**Surface Drag over the Snow Surface of the Antarctic Plateau 2.****Seasonal Change of Surface Drag in the Katabatic Wind Region**

Journal of Geophysical Research, Vol. 94, No.D2, 1989, pp. 2219–2224.

東南極みずほ基地における風のプロファイルの通年観測結果から、カタバ風帯の雪面摩擦係数の季節変化を見積った。安定度は年間を通じて平均的にほぼ中立なので、4 高度 (8, 4, 2, 1 m) での 1 時間平均風速値から、対数則を仮定して粗度長を求めた。冬は粗度長の風向依存性はないが、夏は 90° 付近で最小になり、風向に対して対称的に変化する。夏は狭い風向範囲に強風が集中するが、冬は広い範囲に分散するため、滑らかな方向が形成されない。第 1 部の結果は年間を通じて応用することができる。10 m 高度での摩擦係数に換算すると、南極高原のカタバ風帯での雪面摩擦係数は 0.0013 であり、極地の雪面上でのこれまでの観測値とほぼ同じである。しかし夏に作られる滑らかな方向では 0.00075 まで減少し、この値はこれまでのいかなる報告より小さい。

キーワード： 南極，カタバ風，雪面形態，摩擦係数，プロファイル法

89232

Jiro Inoue**Surface Drag over the Snow Surface of the Antarctic Plateau 1.****Factors Controlling Surface Drag over the Katabatic Wind Region**

Journal of Geophysical Research, Vol. 94, No. D2, 1989, pp. 2207–2217.

東南極みずほ高原で夏にレイノルズ応力の直接測定によって雪面の摩擦係数を見積った。求められた粗度長は中立状態でも、 10^{-1} cm から 10^{-4} cm の変化をする。弱風時に大きなシアー応力が現れ、乱れの強さが増加する。高原のカタバ風帯では、粗度長は風向きによって対称的な変化を示す。最も滑らかな方向での平均値は 0.0004 cm であり、これまでの報告より小さい。風向がこの方向から 40° 変化すると 0.015 cm まで増加する。粗度長の風向依存性は互いにほぼ 100 km 離れた 3 点で同じであった。南極点における Jackson and Carroll の結果とは異なって、滑らかな方向はサスツルギの軸から 20° ずれており、強風の卓越方向と一致した。4 m 高度で測定した中立状態の摩擦係数は、滑らかな方向で 0.8×10^{-3} であり粗い方向で 1.5×10^{-3} である。地吹雪の影響は見られなかった。

キーワード： 南極，カタバ風，雪面形態，摩擦係数，直接法

89233

山田知充・秋田谷英次・梶川正弘・和泉 薫・川田邦夫・井上治郎

雪氷災害の地域特性の研究

低温科学 物理篇, 47巻, 1989年, 57-72頁。

わが国の積雪域全体にわたる雪害の地域特性と防災力の地域差を定量的に明らかにするために、北海道・秋田・新潟・富山・京都・滋賀の地方新聞から雪害記事を抽出し、データベースを作成した。豪雪年と寡雪年の対照的な違いに着目するため、1980/81冬期（56豪雪）と1986/87年冬期の資料を利用した。一般的に交通運輸関係の雪害は全雪害の半数以上を占めており、寡雪年ほどこの傾向は強い。雪害の地域差でみると、冬期間積雪が融解しない北海道では、吹雪による雪害が本州に比べて圧倒的に多い。他府県の豪雪による鉄道の混乱等の間接的雪害は、秋田での雪害の特徴である。新潟では地滑り雪崩等の融解害と農林水産関係の被害が多く、富山では雪処理による被害が多い。京都・滋賀では交通障害が多く、除雪体制の不備等防災力の弱さを示している。

キーワード： 雪氷災害，豪雪，寡雪，地域特性

89234

謝 平平・光田 寧

GMS 赤外・可視資料による降雨の推定について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 201-217頁。

中緯度域において、衛星データを用いた降雨推定の可能性を検討するため、日本の平野部から6地域（各々 10^4 km^2 ）を選び、地上観測及び静止気象衛星の赤外・可視資料を用いて雲の特性と降水の研究を行った。地上観測資料を統計的に調査した結果、上層の氷晶雲では雨は降らないが、厚い対流性雲では雲量が大さいほど降雨があり地域における平均雨量も多いことが分かった。また静止気象衛星資料と地上観測資料を検討した結果、対流性雲と氷晶雲は、赤外・可視2次元頻度分布におけるピークの位置、特にアルベドの値によって区別され得ることが見出された。これらの結果は、衛星資料による降雨推定の可能性を示唆している。ピーク位置による降雨の有無の判定、及び、降雨量と衛星から見た地域雲量の回帰方程式の使用の2段階から成る降雨推定法を試験的に作成し、78例のデータで検証した。降雨有無の正確率は約70%であるが更に雲の成長過程の考慮が必要である。

キーワード： 降水量，静止気象衛星，降雨推定法

89235

邊田有理江・光田 寧

台風発生期の流れの場についての解析

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 219-236頁。

1980年7月～10月に発生した台風について, 主に衛星風データを用いて 200 mb 及び 850 mb の流れ場の解析を行ない, 台風発生と関連した流れ場の特徴を研究した。衛星風および上層観測データをもとに経緯度1度毎の格子点に内挿, 下層についてはさらに MASCON を用いて補正を加えたものを用いた。多くの熱帯低気圧は, 10°N 帯の下層の西風域と東風域の境界付近で台風に発達し, その際, 南半球からの南風の吹き込みがしばしば見られた。また, 多くの熱帯低気圧について, その発生の初期に 170°E より東, 5°～15°N 付近までさかのぼって, 下層収束, 上層発散, 低気圧性渦度を伴う擾乱が存在し, 西進するのが認められた。これらの擾乱は偏東風波動に対応するものと考えられる。またこれらの擾乱の径路は, 擾乱が後にどこまで発達するかによって分類することは不可能であった。

キーワード: 気象衛星, 台風, 熱帯低気圧, 発生期, 流れ場解析

89236

堀口光章・竹久正人・光田 寧

大気境界層の気温高度分布の測定のためのマイクロ波放射計について(Ⅱ)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 193-199頁。

マイクロ波放射計を用いて大気境界層内の気温の高度分布の遠隔測定を行うためには, 放射計によって測定された輝度温度から気温高度分布を推定するための効率的で精度の高い逆変換法が必要である。本研究では, このような逆変換法として, 繰り返し法, ライブラリ法, プレント法の三種類について比較検討を行った。繰り返し法は計算式が比較的簡単であり小型の計算機でも処理可能で, 現地実時間における気温高度分布の推定に用いることができるが, 複雑な分布には適用できない。ライブラリ法はライブラリさえ作成しておけばやはり現地実時間における使用が可能であるが, 膨大なライブラリと高い観測精度を必要とする。プレント法は複雑な高度分布に対しても比較的正しい解を与えるが, かなり高い処理能力を持つ計算機を必要とする。現実の気温高度分布を用いたシミュレーションは, Sodar 等による気温変曲点に関する情報が非常に重要であることを示している。

キーワード: 大気境界層, 気温, 高度分布, マイクロ波放射計, 逆変換法

89237

藤井 健・山元龍三郎・光田 寧

台風発生数の経年変動について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 167-175頁。

台風発生数の経年変動を調べ、大西洋のハリケーン発生数や熱帯北西太平洋における海面水温の経年変動との関連を研究した。1911年から1986年の76年間の年間台風発生数について、5年間の移動平均を施した後、最大エントロピー法によるスペクトル解析を行い、24年及び8.9年の周期に顕著なスペクトルピークを見出した。同じ期間に北大西洋で発生したハリケーンについて同様の解析を行うと、18年及び8.9年の周期にピークが見られた。また台風とハリケーンの年間発生数の時系列は、8.9年の周期にほとんど同位相の極めて高いコヒーレンスを持つことがクロススペクトル解析によって示された。更に、1951年から1979年の熱帯北西太平洋における海面水温についても同様の解析を行い、海面水温の経年変動に周期8.0年及び16年の顕著なピークが見られること、及び、これらの周期では、年間台風発生数との間に位相がほぼ逆の高いコヒーレンスがあることが見出された。

キーワード： 台風, 気象統計, 発生数, スペクトル解析, 北西太平洋

89238

森 征洋・光田 寧

容量型湿度計の特性について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 183-191頁。

市販の容量型湿度計について、その精度および応答特性を調べた。容量型湿度計は、誘電体となるポリマーの電気容量が吸着水分の量によって変化する性質を利用するもので、水分の補給や薬品塗布などの保守を必要としない利点がある。恒温恒湿槽を用いた定常状態では、検定を行った相対湿度の範囲内（30%RH以上）で出力の誤差は±3%RH以下であった。ステップ関数型の湿度変化に対する応答は、1階型の応答特性を示しており、時定数は、防塵フィルターを付けない場合 20℃において湿度上昇時0.9秒、湿度下降時1.0秒であった。この湿度計を野外で約3年間連続使用した場合、出力の直線性は保たれているものの、一年間当たり2～3%RHの上方ドリフトが見られた。赤外線湿度計との比較観測の結果は、コヒーレンスが0.1 HZより高周波数側で減少すること、及び周波数応答関数の形が1階型のものとは異なる特性を持つことを示している。

キーワード： 湿度, 容量湿度計, 精度, 応答特性

89239

岩嶋樹也・畑澤宏善・山元龍三郎

時間—空間スペクトル法によるエネルギー平衡気候モデル(Ⅱ)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 243-254頁。

長年の気候平均値に見出される唐突な変化(気候ジャンプ)の解析的研究として、従来検討してきた全球平均(0次元)及び東西平均(1次元)モデルを2次元モデルに拡張し、時間—空間スペクトル法を用いて数値的解析を行った。特に外力の僅かな変化に際して全球平均温度が大きく変化するかという点に注目し、海陸分布の非対称性による効果を研究した。東西方向の海陸分布の非対称性から生じる強制項が定常な場合には、強制をある程度大きくすると全球平均温度の急激な降下が見られる。また強制項の季節変化を考慮した場合でも、系の振舞いを決定するのは強制項の中の定常部分であることが分かった。更に、海陸分布の南北非対称性の結果、南半球の高緯度域は一年を通じて氷が存在できるが、北半球における氷の存在は強制項の大小に依存し、しかも南半球に比べて狭い範囲に限られることが見出された。

キーワード： 気候変動, 異常気象, 気候ジャンプ, スペクトル法

89240

玉川一郎・山田道夫・池淵周一・光田 寧

地表面水分量と地表面温度の変化との関係について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 237-241頁。

地面の水分量は、土壤の熱的性質を変え、結果として地面の温度変化に影響を与えると考えられる。本研究では、地表がほぼ裸地の土壤において、地表面水分量と地表面温度をそれぞれ赤外線水分計及び放射温度計を用いて観測し、水分量と温度変化の関係を調べた。晴天日の観測結果によると、地表面水分量は、正味放射量や地表面温度の最高となる時刻にはほとんど影響を与えないが、地表面温度の時間変化量を小さくする。この影響は特に午前中の上昇時に顕著に現われる。大気との熱交換が少ない時間帯である8時30分から9時30分の間の地表面温度の上昇率は、地表面水分量が大きいかほど小さくなるが、このことは地表面水分が地表面のみかけの熱容量を増加させていることを示している。このみかけの熱容量の変化は、地表の凍結等の異常が考えられる日を除いて、地表から15 cm ぐらいの土壤の熱容量の変化としてはほぼ説明できる。

キーワード： 地表面, 温度, 水分量, 熱容量

89241

文字信貴・王 允寛・光田 寧

大気中の小規模な渦に及ぼす地表面粗度の影響に関する実験

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 177-182頁。

大気中の小規模な渦である竜巻や塵旋風などは、地表近くで発生するため、渦の構造は地表面の性質に強く依存しているものと考えられる。本研究では、ガイドベーンを用いた竜巻発生装置を用いて、地表面粗度の増大が渦の形状や風速分布に及ぼす影響を調べた。滑らかな底部（地表面）のもとで安定な2セル渦が形成される場合、底部の粗度を増すと、2セルになり始める部分が表面から離れ上層に移動する。渦の直径は、スワール比が小さい時には粗度と共に大きくなるが、スワール比が大きい場合には粗度の違いによる直径の差は小さくなる。最大風速の現れる高さは、粗度の増大と共に上方に大きく移動するが、最大風速を与える半径には顕著な差が見られない。また最大風速の値そのものはほとんど変化しないが、災害の発生と関係の深い地表面付近の風速は、粗度の増大と共に減少する。

キーワード： 渦, 竜巻, 風速, 摩擦, 粗度

89242

光 田 寧

大気-地表面相互作用に関する日中共同研究 (HEIFE)

天気, 35巻 8号, 1988年, 501-506頁。

大気-地表面相互作用に関する日中共同研究 (HEIFE) は、気候変動国際協同研究計画 (WCRP) に関連して、中国北西部、万里の長城の西端辺りの河西回廊地域における半乾燥地域の砂漠化の現象を精密に調べようとするものである。観測が計画されているのは黒河流域の約 $70 \times 90 \text{ km}^2$ の地域で、この中の南西側には山と森林があり山の麓にはかんがいによる麦畑、さらに北東側には内モンゴルに連なる砂漠が存在する。地球上で砂漠は乾熱の極にある環境であるが砂漠面からの蒸発量等未知の面が多い。また様々な地表条件の地空相互作用の解明は大循環モデルにおけるパラメータ化や人工衛星による観測精度の向上に欠くことができない。本計画はこれらの点に関する日中共同研究を、1989年から1994年にかかる5年間に涉って行おうとするものである。この期間中、春夏秋冬の4回（各10～20日間）特に乱流輸送観測等を強化する集中観測期間が設けられる予定である。

キーワード： 大気境界層, 乱流輸送, 砂漠, 地空相互作用

89243

Shigeo Kida, Michio Yamada and Koji Ohkitani**The Energy Spectrum in the Universal Range of Two-Dimensional Turbulence**

Fluid Dynamics Research, Vol. 4, No. 4, 1988, pp. 271–301.

大規模な大気・海洋運動は、水平方向のスケールが縦方向のスケールに比べ遙かに大きいことから、しばしば2次元乱流の特性と関連づけて論じられる。しかし2次元乱流それ自身の性質は実験的数値的な困難から現在でも未知の点が多い。本研究では2次元乱流の性質を高い分解能を持つ数値実験によって調べ、波数空間の普遍領域におけるエネルギースペクトルの形が指数補正を伴う k^{-3} スペクトルで良く表されることを見出した。高分解能を実現するために流れ場に高い対称性を課し、これに適した高速フーリエ変換コードを作成することで、モード数 2048^2 のスペクトル法による数値実験を行った。得られたエネルギースペクトルは、異なる相似則を持つ2つの波数領域から成り、特に高波数側の領域は Kraichnan-Batchelor-Leith のエンストロフィーカスケード理論による相似則に従うことが見出された。

キーワード： 2次元乱流, 普遍領域, エネルギースペクトル, 数値流体力学

89244

Yasushi Mitsuta, Tatsuo Suenobu and Takeshi Fujii**Supergradient Surface Wind in the Eye of a Typhoon**

Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 66, No. 3, 1988, pp. 505–508.

強い台風では最大傾度風半径よりも中心側で地上風速の最大が現われることがあり超傾度風と呼ばれている。航空機観測によって超傾度風は上空 (900 mb) では外向きの風向を持つことが知られている。これは超傾度風が、地表の収束風が圧力傾度との平衡点を越えてオーバーシュートすることに起因することを示唆する。本研究は南西諸島における2つの台風 (T7705, T7709) の観測結果を用いて、地上風に内向きの風向を持つ超傾度風が実際に存在することを示したものである。台風の構造を軸対称かつ定常と仮定し、気圧分布から求めた傾度風と実測の地上風を比較することにより、地上風速が眼の周辺の雲の内側で最大に達しそこでは傾度風を上まわる超傾度風となっていること、および、風速の半径方向成分は内向きであることが見出された。これらの結果は、地上の収束風がオーバーシュートした後摩擦層の上端まで上昇し、再び最大傾度風半径まで吹き戻すことを示唆している。

キーワード： 台風, 傾度風, 地上風, 超傾度風

89245

Yasushi Mitsuta, Osamu Tsukamoto and Takeshi Fujii**Analysis of Typhoon Pressure Patterns over Japanese Island: The Data and Results of Analysis**

Severe Storm Research Note, No. 3, 1988, pp. 71-100.

1950年から1986年までの36年間に日本本土に上陸した台風は101あるが、そのうち中心気圧が上陸時に 980 mb 以下であった51の台風について解析を行った。台風接近時には、全ての気象官署において毎時気象観測が行われるが、台風経路から 200 km ぐらいまでの範囲のこれらの資料を集め、整理してデータテープを作成した。このデータを用いて台風が上陸し衰弱するまでの間、毎時の気圧分布のパラメーターを指数関数型の気圧分布を仮定して最小自乗法により計算した。台風中心の位置および中心気圧は、いずれも気象庁により天気図を用いて観測したものと大きな差は認められなかった。全てのデータおよび解析結果は、テープに記録され、自由に使用できる状態になっている。

キーワード： 台風, 圧力分布, 風速分布

89246

Sumio Kawamura, Eiji Kimoto, Takayuki Fukushima and Yoshihito Taniike**Environmental Wind Characteristics around the Base of a Tall Building****—A Comparison between Model Test and Full Scale Experiment—**

J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 28, 1988, pp. 149-158.

高層建物が建設されるとき、それによる周辺気流の地上の歩行者レベルにおける定量的評価を、境界層風洞を用いた模型実験によりしばしば行っている。建物建設後の風速増加による歩行者に対する安全規準も、風洞実験あるいはその建物に最も近い気象台の風速記録に基づいて作られている場合が多い。しかしながら、風洞気流と実際の自然風とは本質的に異なるため、模型実験から得られるデータのみで建物まわりの風環境を適切に評価し得るかという疑問が生じている。そこで本報では、ある時期に規則的に強風の吹く頻度の高い地域（米国ホノルル）に建つ実物の高層建物を例にとり、この建物まわりの気流を様々な地点で3週間にわたり観測し、得られたデータを種々の方法で解析し、建物まわりの自然風の性状を把握した。この結果は、風洞実験結果とも比較し、周辺気流に関する風洞実験の妥当性を検討している。

キーワード： 周辺気流, 風観測, 風洞実験, 自然風, 建築物

89247

Yoshihito Taniike and Hideki Inaoka**Aeroelastic Behavior of Tall Buildings in Wakes**

J. Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol. 28, 1988, pp. 317-327.

同じ形状をもつ2棟連立した高層建物間の風による相互作用に関する研究は、これまでに幾つか行われており、2棟間の配置によりそれぞれの建物の受ける風力及び振動応答がどのように変化するかを定量的に明らかにしている。しかしながら、風上と風下で建物の形状が異なる場合、2棟間を流れる気流は同じ建物間の場合と異ってくることが予想される。本報では、両者のスケール（ここでは幅）を種々に変化させたときの風下建物の受ける風力と振動応答を風洞実験により測定し、さらに単独建物の応答とも比較している。その結果、スケールの小さい建物が風上に存在するとき、それによって発生する渦と渦を取り囲む剝離流が風下建物まわりの流れを支配し、風下建物は渦励振に似た挙動を示す。さらにこの応答は、非定常空気力測定から理論的に得られるスクルーン数を0にしたときの単独建物の応答よりも低風速で発生し、その振幅も大きくなることがわかった。

キーワード： 建築物，風洞実験，相互作用，動的応答，連立

89248

谷池義人・奥田泰雄・岩谷敏弘

連立する建物まわりの流れと作用風力

京都大学防災研究所年報，第31号 B-1，1988年，255-264頁。

本報は、連立する高層建物の風による相互作用を調べる目的で、正方形断面をもつ2棟の静止角柱を例にとり、両角柱から発生する剝離流による渦とそれを取り囲む3次元流れをドライアイスのミストを用いて乱れの小さい境界層流中で可視化し、2棟まわりの流れの性状を定性的に把握するとともに、さらに風下角柱に作用する平均及び変動抗・揚力を測定して定量的評価も行っている。その結果、風上角柱で生じた周期的な渦が風下角柱の前面にあたり、その角でさらに同方向に回転を得て流下するとき、より強い変動揚力（単独角柱の2倍以上）が風下角柱に作用する。また、このとき風下角柱自体の渦発生はなく、そのまわりの流れは風上角柱からの渦放出に伴って交互に変形された流れ（switching と呼ぶ）に支配されることがわかった。

キーワード： 建築物，空気力，相互作用，可視化，角柱

89249

谷 池 義 人

乱流境界層流中における直方体建物の相互作用

第10回風工学シンポジウム, 10号, 1988年, 247-252頁。

高層建物が連立して建つと, 建物間を流れる風が複雑に変形し, 建物が単独で建っている場合に比べて風の作用が異なったものになると考えられる。本報では, 乱れの大きい乱流境界層流中において, 連立する高層建物の動的挙動を調べる目的で風洞実験を行い, 次の結果を得た。

接近流の乱れが大きくなると, 風上角柱からの剝離流による渦が明確な形で形成されなくなるために, 周期的な変動風速と乱れの増加が期待できず, さらに2棟間の流れの変形も生じにくくなるために, 風下角柱の振動応答は単独角柱に比べて大きく増加しなくなる。

単独角柱に対する風下角柱の応答倍率は, 風向方向及び風向直角方向ともに接近流の乱れの増加につれて指数関数的に減少し, 乱れ強さが約18%になると1に近づき, 風上角柱の影響を受けなくなる。

キーワード: 乱流, 境界層, 建築物, 相互作用, 動的応答

89250

林 泰 一

大気接地層中の運動量の乱流輸送量の鉛直輸送過程について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 265-273頁。

大気接地層中の運動量の乱流輸送量の鉛直方向への輸送は, 平均的に行われているわけではなく, 間欠的に大きな輸送があることが知られている。京都大学潮岬風力実験所において観測された風の資料をもとにして, 運動量の輸送について調べてみた。風速変動 u と w の2次元確率密度は, 2次元正規分布に従う。運動量輸送量 uw については, 正規分布とは異なっていて, ランダムとは考えられないような変動を示す。 u と w について, 4次元区分閾値法によって解析すると, 運動量の輸送が下向きするときでも, $u > 0, w < 0$ の場合の方が, $u < 0, w > 0$ のときよりも寄与が大きい。 u の極大が $3\sigma_u$ より大きい場合の方が, u の極小が $-3\sigma_u$ より小さい場合に比べて, 輸送効率が良いことがわかった。

キーワード: 乱流輸送, 風速変動, 接地層, 強風

89251

丸山 敬・石崎潑雄

市街地キャノピー内の時空間平均風速の鉛直分布に関する実験的研究
(千鳥状に配置した立方体粗度要素による検討)

日本建築学会構造系論文報告集, 394号, 1988年, 60-65頁。

粗度要素の高さ以下の層をキャノピーと呼ぶが、このキャノピーは市街地において地表面粗度要素、すなわち、建築物の高層化と共に厚くなる。このため、市街地において中低層建築物の耐風設計を行おうとすると、キャノピー内の風速あるいは速度圧が基準となる場合がある。地表面における風速の鉛直分布はべき法則あるいは対数法則によって表されることが多いが、通常、キャノピー内ではべき法則や対数法則は成り立たないので、キャノピー内の風速分布を知る必要がある。

本報では勾配拡散モデルを用いて市街地キャノピー内の時空間平均風速の鉛直分布を数値計算により求めた。立方体粗度要素を千鳥状に配置した場合を例にとり、計算結果と実験結果の比較から粗度を抗力係数および摩擦速度を含んだラフネスパラメータで表せることを示した。また、粗度密度とラフネスパラメータの関係を調べた。

キーワード： 市街地キャノピー, 時空間平均風速の鉛直分布, 風洞実験

89252

丸 山 敬

粗度要素による抵抗を考慮した $k-\epsilon$ 乱流モデルによる乱流境界層の数値計算
第10回風工学シンポジウム論文集, 1988年, 193-198頁。

建築物の耐風設計を行う場合、強風時の風速鉛直分布を決定することが必要となるが、地面付近には乱流境界層が発達するので、その気流性状を予測しなければならない。このとき、市街地のように粗度要素が大きくなってくると、地表面の粗度形状や吹送距離による風速分布の変化が問題となる。このような粗度要素が大きい粗面上に発達する乱流境界層において粗度長や零面変位の吹送距離による変化そのものを求めたり、キャノピー内の気流性状をも含めて予測するためには、粗度要素の影響を何らかの方法でモデル化して計算に取り込む必要がある。

本報では、粗度要素による抵抗を考慮した $k-\epsilon$ 乱流モデルを考察し、その結果を用いて粗面上に発達する乱流境界層内の気流性状に関して1次元計算を行い、実験結果との比較により新たに導入されたモデル係数の最適値を求め、粗度形状による変化を調べた。

キーワード： 粗度要素, 抵抗, $k-\epsilon$ 乱流モデル, 乱流境界層, 数値計算

89253

丸山 敬・石崎潑雄

ラフネス内の高さ方向平均風速分布に関する数値計算

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 275-286頁。

通常, 地表面上の高さ方向風速分布すなわち風速のプロファイルはべき法則あるいは対数法則によって表されることが多い。しかし, 市街地のように建築物等の粗度要素が高層化, 高密度化してくると地面付近でべき法則や対数法則が成り立たなくなる。従って, 市街地における中底層構造物の耐風設計に用いる基準風速を求めたり, 地上付近の風環境を予測するためにはラフネス内の気流状を知る必要がある。

本報では簡単な勾配拡散モデルを用いて, ラフネス内での風速の時空間平均値の高さ方向分布を数値計算により求めた。また, 計算結果と実験結果の比較により粗度を抗力係数および摩擦速度を含んだラフネスパラメータの形で評価し, ラフネスの形状や密度との関係を調べた。

キーワード: ラフネス, 平均風速分布, 数値計算

89254

T. Maruyama and H. Ishizaki

A Wind Tunnel Test on the Boundary Layer Characteristics Above an Urban Area

Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,

Vol. 28, 1988, pp. 139-148.

市街地上空に吹く気流性状を知るために, 縮尺1/250の都市模型および千鳥状に配置した立方体粗度を用いて風洞実験を行った。その結果, 市街地上に発達する乱流境界層は, その気流性状から以下の3つの層に分けられることがわかった。Wake 領域と呼ばれ平均風速の鉛直分布が対数法則からはずれる上層。対数法則が適用でき対数領域と呼ばれる中間層。粗度要素の局所的な影響を直接受ける下層。この地面に最も近い市街地キャノピーにおける平均風速の鉛直分布に関しては理論的考察を加え, 数値計算によってその風速分布を求めて実験結果と比較した。最後に, 自然風中の観測結果および他の実験結果との比較を行った。

キーワード: 風洞実験, 乱流境界層, 気流性状, 市街地

89255

桂 順 治

室内圧計測用擬似恒圧空気溜の試作

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 393-398頁。

通常の差圧型圧力変換器の基準圧側に魔法瓶を接続して, ある時点の気圧を基準にした絶対圧計測装置を考案した。圧力感度が等しく温度特性のみ大きく異なる二つの装置の差よりそれぞれの温度特性を求め, 気温データを用いて補正すると, 双方ともに正しい大気圧変化が得られる。強風時の室内圧を問題にするような短時間の問題ならば, 温度による影響より大気圧の変化が大きき場合が多く, 温度補正は不要である。最大瞬間風速 17.5 m/sec の強風時に鉄筋コンクリート造の容積 $54 \times 12 \times 12 \text{ m}^3$ で 2 基の換気装置をもつ実験室で実測を行った。6 時間に亘って水銀気圧計の読みとよい一致をしていたが, 風の影響はほとんどないという結果が得られた。

キーワード: 室内圧, 風荷重, 速度圧, 気圧, 風圧

89256

松 村 一 男

地震活動の季節変化

月刊地球, 10巻 5号, 1988年, 311-316頁。

世界的規模での震源データ, 東アジアの歴史地震記録を用いて地震活動の季節変動について解析した。地震活動に年周期性の認められたのは, 陸部ではアラスカ, ニューゼーランド, 南アメリカ内陸部, 西南日本内陸部, 中国中部及び北西部, 朝鮮半島, イタリア半島で, アラスカを除けば, 中緯度の季節変動のはっきりした地域である。また, これらの地域の大半は, 地震活動の活発なプレート境界の背後に位置し, プレートの相対運動に伴う圧縮力によって地震が発生している所である。地震活動のピークは降雨のピークよりも, 1, 2ヶ月先行し, 降雨量の変動のいちばん激しい時期に一致している。これらの地域では活断層が発達しており地殻の応力も常に高いため, 降雨の影響による僅かな応力の変化によってトリガーされて地震が発生していると思われる。海洋部で地震活動に季節性が見られた場所がいくつかあったが, 降雨を含む気象現象との関連はなかった。

キーワード: 地震活動, トリガー, 時系列, AIC, 降雨量, 活断層

89257

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三

東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について

(1) 中国華北から日本海溝へいたる地域

地震 第2輯, 40巻3号, 1987年, 383-396頁。

地震活動の時空間変化は広域にわたる応力の変化を示す。東アジア地域の中国華北から日本海溝へ至る地域における地震活動を検討し、中国大陸の華北地域の起震力場の形成を論じた。

1500年から約500年間で長周期的な地震活動の変化が日本列島から朝鮮半島、中国華北を経て中国中央部の南北地震帯の北部に至る地域ではほぼ同期的に現れている。これはプレート内を応力が伝わり、広い地域で応力が同時期に蓄積、解放される結果と考えられる。また、太平洋プレートの沈み込みによる圧縮応力は南北地震帯の北部あたりまで及んでいると考えることができる。

1500年頃から1750年頃まで上述の地域の地震活動は活発期であり、1750年頃から1900年頃までの間は地震活動の静穏期であった。20世紀に入って地震活動はまた活発化している。地震活動の活発期と静穏期は地震応力場の解放期と蓄積期にそれぞれ応じている。

キーワード： 地震活動, 歴史地震, 時系列, プレート運動

89258

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三

東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について

(2) 台湾から華南へいたる地域

地震 第2輯, 40巻4号, 1987年, 593-604頁。

東アジア地域の華南、台湾、琉球地域における地震活動の時間変化から、これらの地域の地震応力場の関連を検討した。

歴史地震の資料から1500年から現在までの中国華南地区、中国東南沿岸地震帯と台湾地区の地震活動の長周期的変化は良い相関を示していることが分かる。すなわち、1550年頃から1750年頃までは地震活動は活発であり、それ以降、19世紀後半までの地震活動静穏期を経て、今世紀に入ってから、地震活動は活発化してきている。

20世紀に入ってからの上記の3地域の地震活動の短周期的な変化も良く似ている。1940年代から1950年代は地震活動は3地域とも静穏で、この時期の前後は活発である。

フィリピン海プレートの沈み込みと衝突による応力は、それぞれ琉球と台湾から中国の華南に達し、華南地域の地震応力場を支配していると考えられる。

キーワード： 地震活動, 歴史地震, 時系列, プレート運動

89259

趙 志新・松村一男・尾池和夫・石川有三

東アジアにおける地震活動変化の地域的特徴と関連性について

(3) 中国西部と隣接地域

地震 第2輯, 41巻3号, 1988年, 389-400頁。

中国南北地震帯の歴史地震活動の変化は北緯 33° を境としてその南北で地震活動の長周期的変化が相反している。すなわち、南部では1537年から1732年までの約200年間 M7 クラスの地震はないが、この時期に北部では、M7 クラスの地震が多く発生している。逆に北部では、1740年から1920年にかけて静穏期で、M7 クラスの地震がまったくないのに対して、南部では、M7 クラスの地震が多数発生している。このことは、地震エネルギーの蓄積と解放が南北で相補的であることを示している。

1900年以降の中国西部の広い地域、青海・チベット高原、新疆、ヒンドゥクシの地震活動の変化は、インドユーラシアプレート境界の地震活動と一致している。1900年から1916年、1933年から1955年、1970年から現在までの3つの期間が地震活動の活発期である。これはインドプレートとユーラシアプレートの衝突による応力が、ヒマラヤ山脈を経て、中国西部に及んでいることを示している。

キーワード： 地震活動，歴史地震，時系列，プレート運動，応力場

89260

平 野 昌 繁

六甲山地における崩壊の年次変化と崩壊無効雨量にもとづく土砂生産量の推定

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 127-138頁。

六甲山地では7年次にわたる空中写真の図化データにもとづき、崩壊地面積の年次変化などが求められている。そこで、主要な降雨イベントをはさむ2年次のデータを比較して、崩壊発生率と傾斜の関係を求め、その場合の比例定数の雨量に対する依存性から崩壊無効雨量を推定した。その結果 130 mm/日という値がえられた。これは兵庫県南部における警報発令基準 (100 mm/日) の約80%であるが、和歌山県北部の有田川災害の事例 (崩壊無効雨量 500 mm に対し発令基準は 400 mm/日でやはり80%) と比較しても妥当な値である。この値をもとに六甲山地における最大土砂生産量と35年平均土砂生産量を求めると、それぞれ $51,000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (傾斜 45° の斜面に対し日雨量 400 mm を想定) と年間 $1200 \text{ m}^3/\text{km}^2$ となる。一方、六甲山地における防災施設に対する投資は近年増大する傾向にあるが、推定土砂生産量とのバランスに関する議論は今後の課題である。

キーワード： 斜面崩壊，空中写真，土砂生産

89261

Masashige Hirano and Masamu Aniya**A Rational Explanation of Cross-Profile Morphology for Glacial Valleys and of Glacial Valley Development**

Earth Surface process and Landforms, Vol. 13, No. 7, 1988, pp. 707-716.

氷河谷の横断形状は一般に U 字形となっている。そのような U 字谷の形成メカニズムや発達過程についての従来の考えを概観すれば、底面に作用する圧力に比例するような摩擦力をその原因であると考えるのが妥当である。とくに氷河氷と岩盤の接触部の長さが一定のとき、底面摩擦に極値を与える断面をとるものとする、その結果得られるのは懸垂線である。一方、氷河谷の横断形状についてそれをべき関数 $y=ax^b$ で近似することが行われているが、氷河の幅に対する深さの比（形状比）が大きくなると指数 b も大きくなる。この事実にもとづき山岳氷河の発達を V 字谷から懸垂線 U 字谷に到る過程としてモデル化する事ができる。ただし、南極あるいはパタゴニアのいわゆる大陸氷河では全く別の傾向が認められるので、山岳氷河とは異なるモデルを考える必要がある。

キーワード： 地形学, 氷河地形, 氷河

89262

祢津家久・中川博次・G. Scheuerer・B. Papritz-Wagner**開水路ステップ剝離流の実験及び数値計算に関する日独国際共同研究**

第 2 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, 1988年, 425-432頁。

本論文は、数値流体力学シンポジウムの特別講演として、最近の乱流の数値計算手法をレビューし、次に、開水路ステップ剝離流という複雑ではあるが重要な流れに関して京大と西ドイツの Erlangen 大学とで行っている共同研究に関して論じたものである。乱流の数値計算には、1) 多方程式モデル, 2) Large-Eddy Simulation, 3) Direct Numerical Simulation とがあるが、1) から 3) の順に計算量が飛躍的に増大し、工学的・実用的には 1) の多方程式モデルの開発・適用が現状である。等流の乱流構造（摩擦損失）を高精度に数値計算できる目途が立ち、次の課題として、自然界でよく現われる河床形状が急変し、エネルギー損失（形状損失）が起こる剝離流という複雑な乱流の実験的解明及びその数値計算手法の開発が急務になっている。本論文では、この剝離流に関する従来の研究成果を詳細にレビューし、次に、本研究で開発された $k-\epsilon$ モデルを論じ、レーザを用いた高精度な実験値と良好に一致することを示した。

キーワード： 数値流体力学, 剝離流, 段落ち流れ, 乱流構造, $k-\epsilon$ モデル

89263

Iehisa Nezu, Hiroji Nakagawa and Nobuya Kawashima**Cellular Secondary Currents and Sand Ribbons in Fluvial Channel Flows**

6th Congress of APD-IAHR, Kyoto, Japan., Vol. 2, 1988, pp. 51-58.

戦前より多くの河川技術者によって、水路幅・水深比が大きな河川には水深程度を直径とし、流れ方向に並列した2次流群（縦渦）が存在するであろうと推測された。しかし、その発生維持機構には不明な点が多く、筆者らの固定床開水路での2次流に関する一連の研究結果から、河川で生じているような縦渦は河床面の何らかの微小な凹凸が引き金となり、発生し、増幅して縦渦—縦筋といった整然とした組織構造を示すと考えられる。

本研究は、このような縦渦—縦筋現象の発生機構及び相互作用を解明し、3次元土砂輸送分布にいかに関与するかを実証するため、レーザ流速計及び超音波測深器を駆使して平坦移動床から縦筋が発達するまでの乱流構造及び河床形状の変化を時間を追って解明したものである。縦渦の発生の引き金を解明するために、(1)自然状態の平坦河床、(2)人工突起、(3)2粒径混合砂を用いて相互に比較・検討を行った。

キーワード： 縦渦，2次流，開水路乱流，サンドリボン，河床波

89264

Iehisa Nezu, Hiroji Nakagawa and Toshinori Matsumoto**Turbulent Structure and Control of Coherent Vortex in Mixing Layer of Open-Channel Parallel Coflows**

3rd Int. Symp. on Refined Flow Modelling and Turbulence

Measurements, IAHR, Tokyo., 1988, pp. 811-820.

本研究は、開水路合流部で発生する組織渦に注目し、流速比及び強制的に外部攪乱が組織渦にどのような影響を及ぼすかを可視化法及び点計測法を駆使して解明したものであり、特に、強制振動によって混合層の乱流混合が制御可能かどうかを試みたものである。本研究でえられた主な知見を列挙すれば次のとおりである。(1)流速比が小さいほど、つまり流速差が大きいほど渦径の成長は大きい。(2)組織渦の相互作用を表わす周波数が基本周波数となり、これより低周波及び高周波の強制振動を与えた場合とでは乱流構造が顕著に相違する。(3)低周波振動時は、自然状態での渦発生と低周波の揺らぎをもつ2重構造を示し、流下すると大規模な合体が起き、混合幅は急増する。(4)高周波振動時は、整然とした一定周期の渦列が形成され、しかもその渦列の成長はほとんどない。したがって、この場合、乱流拡散は制御されることが考えられる。

キーワード： 開水路合流部，乱流拡散，乱流制御，組織渦，乱流

89265

Iehisa Nezu and Hiroji Nakagawa**Turbulent Structure of Backward-Facing Step Flow and Coherent Vortex Shedding from Reattachment in Open Channel Flows**

Turbulent Shear Flows 6 (eds. J. C. Andre et al.), Springer-Verlag, Vol. 6, 1989, pp. 313–337.

本論文は、1987年フランスのツールーズで行われた乱流シンポジウムでの特選論文であり、その要旨は次の通りである。

再付着点を伴う局所流は、一般に流れの断面形状が急変する所で発生する現象であり、剝離流や逆流域さらには再着点付近に低周波変動が形成され、これがコルク・ボイル渦の発生機構と推測される。筆者らは、これまでの研究で、水面形状の変化が非常に小さい開水路段落ち流れを対象に、この乱流構造、特にレイノルズ応力分布の理論的・実験的解明を行った。しかし、段落ち高さの20倍程度下流でも流速分布は一樣には回復せず、また、フルード数を大幅に変化させた場合の局所流特性は不明のままである。本研究は、フルード数を常流から射流に大幅に変化させ、段落ち流れの流速分布の回復過程を検討したものである。また、再付着点とその時間平均位置を中心に50%も主流方向に変動することがわかった。逆流域の伸縮によって組織渦が放出する特性を検討するため、壁面圧力変動と流速変動との条件付サンプリングを行い、この組織渦の放出特性を解明した。

キーワード： ボイル渦、組織乱流、再付着点、段落ち流れ、ステップ

89266

Akihiro Tominaga, Iehisa Nezu, Kazuhiro Ezaki and Hiroji Nakagawa**Three-Dimensional Turbulent Structure in Straight Open Channel Flows**

Journal of Hydraulic Research, Vol. 27, No. 1, 1989, pp. 149–173.

直線開水路乱流では、側壁の存在によって三次元のせん断応力場が形成され、また乱れの非等方性非一様性に起因する二次流が発生し流れの三次元構造を決定する重要な因子となる。本研究は台形断面開水路流れの三次元構造を解明するために、側壁の傾斜角を3種類変化させてその影響を実験的及び理論的に検討したものである。主な結果を列挙すると、台形断面では、側壁と水面との間に長方形断面で見られる水面縦渦とは逆向きの渦が発生し、傾斜角の減少とともに発達する。これに伴い水面縦渦は減少するが、底面縦渦は水面まで達して水深規模の渦となる。壁面せん断応力分布は、底面では台形の傾斜角が小さくなると発達した水深規模の渦の影響を強く受け、波状分布を示す。このような台形断面特有の二次流の挙動は、二次流の発生項である $(\overline{w^2} - \overline{v^2})$ の実験値を関数近似し、渦度方程式を数値計算することによって良好に説明されることが示された。

キーワード： 台形断面流れ、二次流、三次元乱流構造

89267

柵津家久・中川博次・G. Scheuerer・B. Papritz-Wagner

自由水面が変化する後向きステップの複雑乱流の数値計算

第4回生研 NST シンポジウム講演論文集，東京大学生産技術研究所，1989年，1-5頁。

本研究は，自由水面が変化し，しかも剝離流や逆流を有するという複雑な乱流を数値計算でできる新しい計算手法を日独国際共同研究として開発したものである。

支配方程式系は，2次元，定常なレイノルズ方程式と乱れエネルギー式それに逸散率の輸送方程式の計5個の連立偏微分方程式で構成される $k-\epsilon$ モデルである。 $k-\epsilon$ モデルの数値解法として Gosman (1985) らが開発した TEACH コードがよく使用されるが，このコードは，スタガード格子を用いるため移流項及び拡散項の差分が近似であり，計算結果を実験値と比較する場合，両者の差違が上述の $k-\epsilon$ モデルの欠陥に起因するものか，計算スキームの欠陥に起因するものか判断できない。そこで，本研究では，コロケード格子を採用し，ガウスの発散定理を用いて移流項及び拡散項を厳密に差分化する有限体積法を新しく開発したものである。

キーワード： 数値流体力学，コロケード格子， $k-\epsilon$ モデル，乱流計算

89268

中川博次・柵津家久・松本利典・金澤文彦

開水路河床波上の乱流構造と組織渦に関する研究

第33回水理講演会論文集，1989年，475-480頁。

河床波上の流れは，河床波頂部から発達するせん断層で形成される剝離渦と再付着点付近から浮上するコルク・ボイル渦の2種類の組織渦で特徴づけられることを筆者らは明らかにした。本研究は，これら一連の研究をさらに一歩進めて，組織渦に伴う土砂輸送機構を論じたものである。

まず，剝離流や組織渦の発生機構を解明するために，2成分レーザー流速計を用いて高精度な計測を行い，その乱流構造を解明した。次に，レーザー流速計を組織渦の検出プローブ，X-型ホットフィルム流速計をサンプリングプローブとして，同時計測を行い，剝離渦やボイル渦の時空間相関構造を解明した。最後に，レーザー流速計と浮遊砂濃度計を同時使用し，ボイル渦によって土砂が浮上し，流れによって輸送される土砂輸送現象が実証された。今後は，コルク・ボイルを表現する馬蹄型渦モデルの3次元構造型を解明し，土砂の間欠的な浮上・輸送現象を明らかにする予定である。

キーワード： 河床波，ボイル渦，土砂輸送機構，浮遊砂

89269

衿津家久・中川博次・Beate Papritz-Wagner・Georg Scheuerer

開水路段落ち流れの乱流構造に関する実験及び数値計算

第33回水理講演会論文集, 1989年, 469-474頁。

流れには層流と乱流とがあるが、層流の数値予測は現在確立されたが、乱流の数値予測は約20年前まではコンピュータの能力の制限から不可能であった。しかし、近年のコンピュータ、特にスーパー・コンピュータの急速な発達により乱流の数値計算がここ20年間で可能になって来た。本研究は、実用的な計算手法として最もポピュラな $k-\epsilon$ モデルを開水路段落ち流れに適用し、この流れを数値予測したものである。

計算手法は、先に筆者らによって開発されたコロケード格子アルゴリズムを用いて差分計算された。数値計算値の妥当性を比較するために、2成分レーザー流速計で計算条件と同一の水理条件のもとでの開水路段落ち流れが高精度に実測された。数値計算値と実測値との一致はきわめて良好であった。特に、従来の $k-\epsilon$ モデルのアルゴリズムでは誤差が大きかった逆流域の流速分布や再付着点距離（最も良好のものでも20%以上の誤差があった）をわずか5%以内の誤差内で良好に数値予測することに成功した。

キーワード： 数値流体力学, $k-\epsilon$ モデル, レーザ流速計, 段落ち流れ, 数値計算