

発 表 論 文 要 旨 集

(平成元年 4 月～平成 2 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。

90001

入 倉 孝次郎

微動観測による基盤構造の不規則性の推定

地盤震動シンポジウム, 17巻, 1987年, 67-76頁。

微動は表層地質や地形の水平方向での不均質性の影響を強く受けている。本論文では水平に不連続な地震構造の存在する地域での微動観測により、微動の周期別振幅分布が、地層の不連続な地域で、横方向に急激に変化することがいくつかの典型的な地域について示される。このような微動の空間的な周期一振幅特性の変化を理論的に示すために、微動を SH 波或は表面波を仮定した場合の数値計算例が示される。SH 波を仮定した場合、不規則境界での散乱波と入射波の干渉により、微動特性が空間的に変化することがわかる。一方表面波を仮定した場合、垂直境界面での表面波の反射および屈折により、微動特性は同様に空間的に変化する。微動の波動的性質として S 波か表面波かのどちらかに決定論的に決めるかは困難であっても、微動特性の空間的变化から表層地質の不連続性が推定可能なことが結論付けられる。このような微動特性の空間変化は活断層の調査に有効となる。

キーワード： 微動観測, 不規則構造, 表層地質

90002

松波孝治・入倉孝次郎・岩田知孝・藤原広行・松井一郎

大阪平野及び周辺地域における広周波数帯域・広動帯域地震波観測

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 53-60頁。

大阪平野において基盤深度の異なる堆積層上 2 点と平野周辺部の岩盤上 1 点での村松式強震計による地震動記録の比較から次の性質が見出された。(1)堆積層上の 2 点では、P 波部分と S 波部分の間の P コーダ部分には顕著な波群は見られないが、S 波主震動後およそ 10 秒くらいから S 波部分と同程度の振幅を持った周期 1 ～ 4 秒の震動が長く（長い例で 1 分間程度）続く。(2)震源の深さから見て震源域で生成される Rayleigh 波が未発達な震央距離においても、S コーダ部分には(1)の性質を持った波群が明瞭に見られる。(3)この S コーダ部分の波群は分散性を示しているように見える。(3)(1)～(3)を総合すると、S コーダ部分のやや周期の長い波群は、S 波の入射により大阪平野周縁部で 2 次的に励起された表面波群から構成されていることが示唆される。

キーワード： S 波・強震動・震動継続時間・地震動予測

90003

Koji Matsunami**Laboratory Measurements of Spatial Fluctuation and Attenuation of Elastic Waves by Scattering due to Random Heterogeneities**

Pure and Applied Geophysics (PAGEOPH), Vol. 132, No. 2, 1990, pp. 197–220.

高次の散乱の影響をも含んだ散乱現象の解明と定量化を目的として2次元の散乱媒質模型と超音波を用いた室内波動実験を行った。2.4%の速度及び密度ゆらぎ（不均質）を持ったランダム媒質模型を用いて、典型的な散乱現象である弾性波の振幅と位相の空間的ゆらぎ及び散乱による見かけの減衰（ Q^{-1} ）を調べた。主な結論は次の通りである。伝播距離が波長より十分長くかつ波長が不均質の波長程度の時、直達P波の振幅は有意にゆらぎ（現モデルでは20%程度）、そのゆらぎの相関距離は媒質内の不均質の寸法より数倍大きい。しかし波長を不均質の寸法より漸次小さくする時、ゆらぎの相関距離は漸次的に不均質の寸法に近づく。 Q^{-1} は不均質の寸法と波長が同程度である中間周波数帯域で明瞭なピークを形成し、不均質の寸法が波長より十分小さい低周波数帯域では単調増加、一方不均質の寸法が波長より十分大きい高周波数帯域では単調に減少する。

キーワード： 弾性波・散乱・空間ゆらぎ・減衰

90004

Eiichi Fukuyama and Kojiro Irikura**Heterogeneity of the 1980 Izu-Hanto-Toho-Oki earthquake rupture process**

Geophys. J. Inst., Vol. 99, 1989, pp. 711–722.

1980年伊豆半島東方沖地震の破壊過程が強震動波形記録を逆問題として解くことにより求められた。地震波記録の合成は、経験的グリーン関数として最適な小地震記録を選んで、いわゆる経験的グリーン関数法により計算される。断層面は小断層の大きさに合わせていくつかの小断層に分けられ、各小断層での破壊開始時間、モーメント解放量、ライズタイム（スリップ継続時間）が求められる。得られた破壊過程の特徴は次の通りである。群発地震活動が起った断層面内の北側部分で、破壊伝播が不規則となり、モーメント解放量が小さく、ライズタイムが短い。これらの値から断層面内の応力解放量の分布も求められる。破壊伝播の様子、モーメント解放量の分布および応力解放量の分布はこの地域の地質環境、すなわち群発地震の活動分布に関係している。

キーワード： 震源破壊過程、不均質断層運動、経験的グリーン関数

90005

釜江克宏・入倉孝次郎・福知保長

特定サイトにおける強震動予測

日本建築学会構造系論文報告集, 409号, 1990年, 11-25頁。

本論文は大阪府熊取町の京都大学原子炉実験所構内を例として特定サイトにおける大地震の強震動予測を論じている。はじめにこのサイトで過去6年間に観測された地震記録の中で十分な精度のある M3.3~M5.6 の12個の地震記録を解析し, 地震モーメントや断層面積等の震源パラメーターの推定, さらに震源スペクトルのスケーリング則の検討がなされた。解析された殆どの地震は ω^{-2} モデルのスケーリング則に従っていることがわかる。次に観測された最大地震である1984年山崎断層地震の震動を, 上に述べたスケーリング則と余震記録を用いた経験的グリーン関数法により再現を試みた。この地震については高感度観測データにより震源情報が多く得られていたが, 同様の手法を震源情報の殆どない他地域の同規模の地震にも適用し, 良好の結果を得ている。このことはスケーリング則と経済的グリーン関数を基にした波形合成法が特定サイトの強震動予測に極めて有効であることを示している。

キーワード: 強震動予測, 経験的グリーン関数法, 震源スペクトルのスケーリング則, ω^{-2} モデル, 大阪府熊取町

90006

岩田知孝・入倉孝次郎

トモグラフィー法による断層面上の不均質破壊過程の推定

地震, 42巻1号, 1989, 49-58頁。

断層領域で観測された強震動記録から断層面上のすべり速度強度を推定する方法を提案した。この逆問題を解く際には, グリーン関数として小地震記録を用い線型化した後, 逆投影法によって直接断層面上の空間的な運動を得られるようにした。この手法の利点は, あらかじめ断層面の大きさを規定する必要がないことにある。この手法を1980年伊豆半島東方沖地震に適用し, 不均質な断層運動が推定された。高周波地震動の発生した領域は余震分布より求められた断層面の限られた領域に対応しており, そこには余震活動の低調な領域であったことが示された。

キーワード: トモグラフィー法・強震動・震源過程・高周波地震動

90007

古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘

宮崎地殻変動観測所で観測された地球潮汐について

測地学会誌, 35巻1号, 1989年, 49-60頁。

宮崎地殻変動観測所における, 地殻伸縮, 傾斜の連続観測結果より地球潮汐成分を求めた。降雨擾乱をうけているデータを解析から除くためマスクした後, Pertzeff フィルタをかけて期間30日で最小二乗法を適用し, 解析始点を5日づつずらして1987年1年間にわたって計算した。

伸縮計の場合, 冬期寡雨期の2カ月半を除き, 解析に使用されるデータの個数は, 大きく減少し半数以下の期間もあるが, M2分潮は安定して求められ, 南北成分では多雨期に振幅が増加する。秋期の振幅増加最大の時期は降水, 湧水量のピークに対し1カ月遅れる。傾斜計では降雨の影響はほとんどうけないが, 振幅の時間変化は伸縮計より大きく夏-秋期に振幅減少が見られる。解析上, 降雨の直接的な影響はうけないが, 表面的な降雨擾乱がおさまった後にも潮汐にはその影響が残っていることを示唆する。

キーワード: 地球潮汐, 地殻変動, 伸縮計, 傾斜計

90008

三 雲 健

日本海東縁地域の地震活動とメカニズムおよびテクトニクス

地学雑誌, 99巻1号, 1990年, 18-31頁。

日本海東縁地域の地震活動は, 一つは佐渡島西方より富山トラフ西側迄伸びる活動帯と, 他方は信濃川北縁を経て北部フォッサマグナ西縁の長野・松本盆地へ到る活動帯に分れる。この地域に発生した大地震および中規模地震のメカニズムは逆断層型が卓越する。主圧力方向は北部で E-W 方向, 南西部で ESE-WNW 方向へ変化するが, 後者は内陸部で発生した地震のメカニズムから求めた主圧力方向と測地測量からの求められている水平主圧縮歪方向とほぼ一致する。これらの事実から日本海東縁-北部フォッサマグナ地域は強い圧縮応力場の下にある, かなりの幅を持った収束または衝突帯と考えられる。北部フォッサマグナ地域の一部では西側からの衝突またはリソスフェアのもぐり込みの可能性が考えられるが, 日本海沿岸地域ではプレートの沈み込みを示す直接的証拠は認められない。この地域に加わる応力としては東側の太平洋プレート, 西側のユーラシア・プレート両方の運動があり得る。

キーワード: 日本海東縁, 地震活動, メカニズム, テクトニクス

90009

江 頭 庸 夫

噴火活動に伴う桜島火山および始良カルデラ周辺の地盤変動

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 29-39頁。

1914年の大正噴火から現在に至る間の桜島火山および始良カルデラ周辺の地盤変動量について、計測された変動量にもとづきその特徴をしらべた。基本的な点を要約すると、

(1) 山腹噴火時：噴火前には始良カルデラの隆起（と膨脹）があり、溶岩流出をともなう山腹噴火直後にカルデラ内部は急激に沈降する。なお、桜島内の噴火口近傍では局所的に弾性限界をこえる地盤変動がみられる。

(2) 山頂噴火時：噴火活動の最盛期前には始良カルデラの隆起があり、島内では膨脹がみられる。最盛期以降にはカルデラ内部から桜島にかけて緩慢な沈降が継続し、島内では収縮がみられる。ただし、その地盤変動量は山腹噴火時ほど大きくない。

始良カルデラと桜島周辺の地盤は、マグマのもつ地盤の膨脹と収縮の歴史をくり返してきたと考えられ、将来も同様に噴火活動にともなう地盤変動をくり返すものと考えられる。

キーワード： 山腹噴火，山頂噴火，測地測量，火山性地殻変動，マグマ溜り

90010

Kunihiko Watanabe

On the Duration Time of Aftershock Activity

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto University, Vol. 39, 1989, pp. 1-22.

過去の大地震の余震活動がどれ位の期間活発と認定されるかの目安を求めた。現在の地震活動が余震活動であれば、①本震直後の余震域あたりに分布し、②改良大森公式に従って減衰し、③b値は本震直後に求めたそれと矛盾しない、と考えられよう。福井平野の現在の微小地震活動は、これらの検討から、1948年の福井地震の余震活動と福井～岐阜への構造線に沿う活動の混合と考えられる。同様の検討から、鳥取平野の現在の微小地震活動は、1943年の鳥取地震の余震と考えても矛盾しない。最近60余年間の気象庁による地震観測結果からは、M7級地震の余震活動は、気象庁の検知レベルで数年～十数年間認められる。これを参考にした消去法的な解析から、大学の微小地震観測網の検知レベルでは、M8級の巨大地震の場合、その余震活動は100～200年間認められる。同じくM7級の場合は100年も経てば認められなくなり、M6級の場合は30年程度で認められなくなる。

キーワード： 余震，大地震，微小地震，減衰，余震活動度

90011

Fumiaki Takeuchi**Recurrence of the Large Earthquakes associated with the Fukui Earthquake Fault, as Derived from Subsurface Structure, Topography and the Present Day Seismic Activity**

Bull. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto University, Vol. 39, No. 343, 1989, pp. 91-127.

1948年に発生した福井地震（M7.1）は、西南日本内陸部有数の大地震である。しかし震央域は厚い堆積層に覆われているため、断層や地震のくり返しについての知識が乏しかった。そこで、重力・全磁力・微動・人工地震の諸探査を行い、福井地震の時の地割れ帯直下の基盤に200 m に及ぶ断差の断層が存在することをつきとめた。福井地震に伴う上下変位量は約1 m であるので、同規模の地震が200回繰り返してきていると考えられる。この数は、最近50万間の地震数と思われるので、平均的な再来周期は2500年と計算される。また地表面や地下の堆積層間にも高度差が見つかった。この量は、繰り返す地震と地層の堆積から説明することができた。1948年の地震直後から現在に至るまで、同断層の東側に地震の空白域が形成されている事が解った。ここは断層の変位が大きかった範囲に相当する。これらからくり返す地震の最近のものは、1948年の地震と酷似すると考えた。

キーワード： 福井地震，再来周期，地震断層，重力異常，常時微動

90012

岡本拓夫・渡辺邦彦・西上欽也・平野憲雄・前澤廣道・義江修二

甲楽城断層周辺での地震活動と地震波伝播特性

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，105-115頁。

甲楽城断層は福井県の越前海岸沿いに明瞭な断層地形を示す活断層である。断層全長約20 km からはM6級以上の大地震が推定されるが、有史以来その記述はない。北陸微小地震観測所の観測結果からも、甲楽城断層地域にはそれ程活発な地震活動は認められていない。この甲楽城断層の断層崖上に地震観測点（杉山；SUJ）を設けて1987年7月よりトリガー方式による地震観測を開始した。その結果を北陸観測所のデータと比較して、甲楽城断層周辺の地震活動と地震波の伝播特性を調べた。その結果、甲楽城断層近傍に極微小地震活動が認められたが、活動度については今後、より多点、長期の観測を実施して調査したい。また、SUJ 観測点の南側近傍に、深さが10 km 程度の、地震波の減衰が大きい領域の存在が推定された。これは、震央距離が等しい数観測点での地震波スペクトルの比較や、SUJ 観測点と北陸観測網とでトリガーされた地震の分布の比較などにより結論づけられた。

キーワード： サイスマシニティ，活断層，減衰，スペクトル，伝播特性

90013

Takuo Shibutani and Kazuo Oike**On Features of Spatial and Temporal Variation of Seismicity before and after Moderate Earthquakes**

J. Phys. Earth, Vol. 37, 1989, pp. 201-224.

西南日本内帯の活断層帯に発生した中規模の地震 ($M4 \sim M6$) について、本震の前後の地震活動を調査した結果次のことが判った。本震前に明瞭な空白域が形成される。空白域の先行時間と本震のマグニチュードの関係は、ばらつきは大きいものの定性的には大竹の統計式に一致する。 $M \geq 5.5$ の2つの地震について本震前に先駆的地震活動が見られる。この先行時間と本震のマグニチュードの関係は、データは少ないが Sekiya の統計式に一致している。余震域の拡大の仕方について、余震は余震度から「しみ出す」ように拡大すると同時に、余震域外に「飛火」し、またそこから「しみ出す」ように拡大するという特徴がある。 $M5$ クラス以上の3つの地震について、本震後地震活動が余震域外へ拡大する現象が見られる。これを拡散現象と呼ぶ。拡散速度を見積ると $100 \text{ km/yr} \sim 180 \text{ km/yr}$ となり、以前報告されている地震等の移動速度とオーダーが等しい。

キーワード： 微小地震、時空間分布、地震活動空白域、震源移動現象

90014

田中 豊・藤森邦夫・竹内智一**測定された地殻応力変化と観測された地殻ひずみ変化の比較**

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 61-73頁。

兵庫県生野地学観測室の坑内には、 45° の方位間隔で4方向に伸縮計を設置し、高精度でひずみ変化の連続観測を実施している。従来の観測結果から、最大圧縮ひずみ軸方向と最大傾斜方向の変化が、常に同時期に起こることが知られている。この観測室付近で水圧破碎法による3次元絶対応力測定を、1988年1月に実施し、また同年8月に絶対応力の繰返し測定を行なった。2回の測定から、約半年間の応力変化量を求め、伸縮計によるこの期間のひずみ変化量と比較した。平面応力とひずみの関係式を適用し、岩石試験で得たポアソン比を用いれば、応力、ひずみの各測定誤差範囲内で、主軸方向や最大最小ひずみの比はよく一致するが、ヤング率は岩石試験で得た値の7倍位でなければ量的には完全に一致しない。しかし全く異なる2方法の観測測定結果が決して矛盾するものではないことが見出され、今後非弾性変形量を求めたり、地殻変動の定量的議論を可能とする基礎が得られた。

キーワード： 地殻変動、地殻応力、現場測定、弾性率

90015

Yutaka Tanaka**Modes of Crustal Movements in Subduction Zones****—Observed Results in the Kii Peninsula along the Nankai Trough—**

Journal of the Geodetic Society of Japan, Vol. 35, No. 2, 1989, pp. 133–147.

紀伊半島付近に発生する深さ 60～80 km の稍深発地震は、フィリピン海プレートの先端部に発生しているが、これらの地震発生前後に紀伊半島の由良、紀州、奥吉野などの地殻変動観測室で異常傾動が観測される。この傾動の様式は、浅発地震の余効変動と異なり、地震発生前後で傾斜変化速度が急変し、次に発生する同種の地震前後まで続く。これらの稍深発地震の深さ、規模および変動様式からみて、個々の地震が惹起する地殻変動というより、スラブの不規則運動、すなわちスラブの沈み込み速度の急増によるプレート境界での破壊（地震）とそれに前後する応力の急変に起因する広域の地殻変動であると考えられ、岩石の微小破壊を伴うクリープ変形のパターンと似ている。これらの稍深発地震は1952年の吉野地震以後1987年頃までに、3つの系列に分れて発生し、周期は8～12年程度であり、間欠的な大陸側地殻のひきずり込みが進行しつつあると推定される。

キーワード： サブダクション、造構（造）運動、地殻変動、稍深発地震

90016

Kazuhiro Ishihara, Masato Iguchi and Kosuke Kamo**Numerical Simulation of Lava Flows on Some Volcanoes in Japan**

Lava Flows and Domes, IAVCEI Proceedings in Volcanology, Vol. 2, 1990, pp. 174–207.

本研究では、溶岩流をビンガム流体と仮定し、実際の地形を流れる溶岩のシミュレーションの方法を示した。溶岩の冷却も考慮してあり、流動中および流動停止後の溶岩の温度分布および厚みを求めることができる。粘性の異なる3つの溶岩流（1914年桜島、1983年三宅島、1986年伊豆大島）に適用し、現実の溶岩流の流動状況および分布域と比較して、この方法の有効性と限界を示した。

キーワード： 溶岩流、シミュレーション

90017

石原和弘・井口正人

火山体の変形，表面活動と火山性地震発生の関係(1)

—微小地震の群発現象について—

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，1-11頁。

桜島等安山岩質火山で観測される微小地震（B型）の群発現象に注目して，表面現象および火山体の変形からみて，この群発地震が火山活動のどのような段階と関係しているのか考察した。5～8 Hz が卓越するB型（BH）は，山頂部が隆起する時に，火道に沿って2～3.5 kmの深さで群発する傾向がある。それに対して低周波（1～3 Hz）の卓越するB型（BL）は，火山灰，火山弾の間欠的放出と微弱な空気振動の発生を伴いながら，山頂部地盤の沈降過程で，3 km以浅で群発する。BHは約4 km以深に存在すると推定されるマグマ溜りから火道へマグマが貫入する過程で発生する地震であり，BLはマグマ火道から火口底へ上昇・溢出する過程で発生する地震であると推定される。

キーワード： 火山地震，群発地震，空振，山頂噴火，地殻変動，噴火機構

90018

井 口 正 人

火山性地震 BL・BH の初動の押し引き分布

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，13-22頁。

桜島火山において発生する「B型地震」を卓越周波数に基づいて，BL（1-3 Hz）とBH（5-8 Hz）に分類し，それらの震源位置および初動の押し引き分布を調べた。

BLの震源は南岳の火口直下の海面下2 km以浅に決まり，爆発地震の震源とほぼ同じ深さである。一方，BHの震源は火口直下の海面下2.5 kmまで分布しており，BLおよび爆発地震に比べ深い場所にもある。

BLについては全観測点において押しである場合が79%，引きである場合が19%，押し引きが混在する場合が2%であった。ほとんどのBLは全観測点において押し，または引きであるが，その割合は発生様式により変化している。単発的に発生するBLでは，両者の割合が95%：5%であるのに対し，群発中のBLでは，61%：35%と引きの割合が高くなっている。BHについてはその94%が全観測点において押しである。

キーワード： 火山性地震，震源，発震機構，B型地震

90019

和田 卓彦

火山性地震の発震機構

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 23-28頁。

阿蘇火山の1965年と1979年の噴火時に、火口の至近距離に設置された地震計によって、火口直下の微小地震が観測された。これは世界でも稀な例であって、とくに発震機構が調べられた点では興味深い。gas chamber の存在を考えて、火口底直下の地震群の、発震機構主応力軸の上下方向の偏りが説明できることを示した。注意すべきは、必ずしも下から上へ一義的に震源が移っていくとは思われず、gas chamber は gas の下方からの供給によって、破壊を繰り返しながら成長していくのであろう。つまり計算した model は爆発直前の最終段階と考えるべきものであろう。具体的に圧力としては、地表より 1000 m で、200気圧位まで上昇できるとすると、gas chamber の上部の破壊は、歪で $10^{-5} \sim 10^{-4}$ であり、直上の地表（火口底）での変位は、chamber の半径 500 m の場合に数 mm と積分される。火の南約 1 km の傾斜計は 10^{-6} 程度の傾斜を示しており、これも妥当な値となっている。

キーワード： 火山性地震, 発震機構, 阿蘇火山

90020

Ryoichiro Minai and Yoshiyuki Suzuki

Nonlinear Wave Equation of Hysteretic Media

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar of Natural Hazard Mitigation, 1989,
pp. 111-124.

本論文では、履歴特性を有する非線形連続体構成方程式と非線形波動方程式について論じる。1軸応力および変形状態での履歴構成則に関しては、適切な状態を導入すれば、非線形常微分方程式で表現し得ることが判っているので、この微分表示を発展させて、多軸応力および変形状態での履歴構成則は、相当応力および相当変形概念と同伴型塑性流動則を用いて、微分表示が可能となる。更に、地盤のような履歴連続体についても同様な考え方が適用でき、多軸応力および歪状態において、塑性ポテンシャルを応力或いは歪の弾性部分の関数として表現し、硬化関数を相当応力と相当歪の項を用いて1軸状態と同様な履歴構成方程式を導いた。また、履歴連続体の非線形波動方程式は、多軸履歴構成方程式と局所動的平衡方程式から、時空間に関する連立1階非線形偏微分方程式の形式で表されることを示した。

キーワード： 非線形地盤, 構成方程式, 波動方程式

90021

Yoshiyuki Suzuki and Ryoichiro Minai**Seismic Reliability Analysis of Hysteretic Structural Systems**

Computational Mechanics of Probabilistic and Reliability Analysis, 1989, pp. 510–541.

履歴構造物の耐震信頼度解析法について述べている。連続マルコフ過程論、特に確率微分方程式に基づく方法を適用するために、構造物の履歴構成則や構造物各部の損傷過程を微分方程式で表現した。既に得られている1軸応力や変形状態でのこれら微分表示を発展させて、多軸状態での履歴構成方程式や損傷の尺度に関する微分方程式を導びき、履歴構造物の地震応答解析ならびに損傷度解析を確率微分方程式によって定式化した。これより得られるモーメント方程式は、無限階層方程式となるため、閉包有限な形式とする近似解法について検討した。特に、状態変数の非定常同時確率密度関数を1次元或いは多次元の直交多項式による有限混合型級数展開で表すことが有効となることを示した。更に、構造物各部ならびに系全体の耐震信頼度関数は、周辺確率密度関数の安全領域での積分として簡単に求められ、また、構造物各部の損傷度の統計的相関も考慮し得ることを示した。

キーワード： 履歴構造物，信頼度解析，確率論的応答解析

90022

上田純人・鈴木祥之・南井良一郎

多自由度履歴構造物の確率論的推定に関する研究

日本建築学会近畿支部研究報告集，1989年，153–156頁。

本研究は、構造物の地震応答観測記録から構造物各部の地震時挙動を確率論的に推定する問題を扱っている。構造物の地震応答観測は、その計測位置が限定され、変形等を直接計測し得ない、また観測データには雑音が含まれることを考慮して、ここでは、多自由度履歴構造物の地震応答を推定する濾波問題について示す。非線形構造物系の系方程式と観測機構の観測方程式は、共に確率微分方程式で表される。構造物の履歴構成則に伴う非線形項を観測値の条件付確率等価線形化法により線形化するならば、濾波最適推定値と推定誤差の共分散に関するモーメント方程式が確定され、これを非定常状態で解けば良い。解析例として、バイリニア形履歴特性を有する1自由度ならびに3自由度履歴構造物の地震応答の推定を行った。入力外乱強度や観測雑音スペクトル強度の影響を検討すると共に、全層の観測データが無くても、部分的な観測から全状態の推定が可能なることを示した。

キーワード： 履歴構造物，確率論的推定，地震応答

90023

鈴木祥之・南井良一郎

履歴構造物系の非正規確率等価線形化法

日本建築学会近畿支部研究報告集，1989年，157-160頁。

不規則地震外乱を受ける履歴構造物の確率論的応答解析法として，応答の正規性を仮定した等価線形化法は，履歴系が比較的安定な非線形領域では有効であるが，非線形性が強くなれば，正規性の仮定が成立しなくなり，この等価線形化法は適用できない。本論では，応答の非正規性を考慮して，非正規確率等価線形化法を導く。構造物の履歴構成則を微分表示することによって現われる非線形項を，各層に関連する全状態変数を用いて線形化した。この時，等価係数は，非正規確率密度関数を基に線形化誤差共散を最小にする規範から得られる。非正規確率密度関数を異種直交多項式による有限混合型級数展開するならば，高次のモーメント関数を考慮することが可能で精度の向上が計り得る。また，2次までの統計量で完結する方法をも示した。ここで提案した非正規確率等価線形化法は，いずれの場合も，通常の正規確率等価線形化法よりも良好な解析精度を有することを示した。

キーワード： 確率等価線形化法，履歴構造物，地震応答

90024

岩井 哲・Ulrich Bourgund・野中泰二郎

繰返し載荷を受ける構造部材の塑性疲労——鋼板要素の破壊実験——

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，133-147頁。

破壊的な地震などによる厳しい繰返し載荷を受けて，構造物が数回から十数回程度のごく低くサイクルで塑性疲労破壊する場合を対象に，鋼板要素が一旦座屈した後で更に圧縮・引張の繰返し加力で破壊に至るまでの過程を実験的に調べた。十回程度の繰返しで破断に至るような疲労破壊は，試験体の塑性変形量に大きく依存し，繰ひずみのオーダーが20%程度となるように設定した載荷によって実現させ得た。この過程で，載荷履歴の違いが荷重—変形関係や履歴吸収エネルギー量に関わることが認められた。荷重—変形関係については，載荷履歴がほとんど影響しない場合と著しく影響する場合の双方が現れた。また履歴吸収エネルギー量は構造体の破壊に関わりを持つと考えられるが，両者に単純で直接的な関係があるようには思われない。荷重—変形関係・履歴吸収エネルギー量・載荷履歴といった指標を組合わせて考慮することが，塑性疲労破壊・損傷の評価に必要である。

キーワード： 鉄骨構造，繰返し載荷，塑性変形，破壊基準，低サイクル疲労

90025

Taijiro Nonaka**Elastic-Plastic Bar under Changes in Temperature and Axial Load**

Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 115, No. 12, 1989, pp. 3059–3075.

すじかい付き骨組やトラス構造では軸方向力を伝える棒状部材が構造上重要な働きをする。その様な構造物が激しい地震などによって大きな変形を被るときの挙動を知るためには非弾性域における軸方向力伝達部材の復元力特性を明らかにしなければならない。既報で導いた基礎方程式を用いて弾塑性要素より成る棒状部材を解析し、引張と圧縮の繰り返し载荷を受けるときの履歴挙動を定量的に示した。基礎方程式の成立範囲と仮定並びに誘導原理を要約したのち、温度変化及び強制変位による軸方向载荷の具体例を考察した。両端で変位が拘束された部材が温度上昇を繰り返して受けることによって、圧縮力に伴う曲げが生じるのみならず引張力も生じること、また、部材両端を近づける様な载荷を幾度も繰り返すことによって圧縮曲げのほかに、引張力と塑性伸びが生じることなどを示し、実験結果との比較によって第一次近似としての理論の有効性を確認した。

キーワード： 繰り返し、サイクル、塑性、履歴、骨組、温度変化、すじかい、耐震構造

90026

Taijiro Nonaka and Satoshi Iwai**Structural Failure Due to Repeated Loading**

Proceedings of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 165–180.

激しい地震等の繰り返し载荷による構造的被害、損傷、破壊および崩壊について、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。主として鉄骨骨組構造やその部材を対象とし、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。まず、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、繰り返し軸方向载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、既往の研究成果のまとめと展望を行い、既発表論文の概要を一覧表にした。

キーワード： 疲労、繰り返し、塑性、履歴、破壊、鉄骨構造、耐震構造、すじかい

90027

Ulrich Bourgund, Satoshi Iwai, Hiroyuki Kameda and Taijiro Nonaka

Damage Assessment of Steel Elements for Seismic Reliability Estimation of Structural Systems

Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ. Vol. 39, No. 341, 1989, pp. 63-86.

軸方向繰返し载荷を受ける鋼板要素が、極低サイクル疲労によって破壊に至る連続的な損傷ならびに劣化の過程を実験的に調べ、損傷の中間的な状態および終局的な破断までの過程を表現するための履歴吸収エネルギーに基づく損傷評価モデルを提示した。座屈を伴う板要素の繰返し载荷によって、破壊のモードは大きく2種類に分けられる。ここでは純引張による損傷と、圧縮曲げあるいは引張曲げによる損傷を、荷重-変形関係の塑性変形特性に基づいて区別し、それぞれの履歴吸収エネルギーを算定することから、損傷に与える载荷履歴の影響を考慮することを試みた。このような損傷計算法による最終破壊値は実験結果とよく対応しており、これより損傷の中間段階も実験結果に照らして評価することが可能となると考えられる。

キーワード： 鉄骨構造，繰返し载荷，破壊規準，損傷評価，低サイクル疲労

90028

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)——低層鉄筋コンクリート構造物の地震応答推定——

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，149-163頁。

地震に対する都市の総体的な安全性を向上させるためには、都市域に存在する建築構造物の耐震安全性を評価し、その地震被害を正確に推定していくことが重要となる。昨年度は建築構造物の地震被害推定手法構築の手始めとして、在来軸組工法による木造住宅の動的特性をモデル化してシミュレーション解析を行い、その地震応答の性状を明らかにした。この研究では引き続き、低層鉄筋コンクリート構造物の動的特性をモデル化し、同様の解析を行った。その結果、鉄筋コンクリート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依存し、最大応答値は入力地震動の最大加速度と相関を持つことが明らかとなった。また、これらの関係から低層鉄筋コンクリート構造物の地震時応答に関する推定式を導き、これを用いて想定地震に対する鉄筋コンクリート構造物の地震時応答の簡単な推定を行った。

キーワード： 鉄筋コンクリート構造物，地震応答解析，地震被害推定，都市災害

90029

Akio Kitahara and Teizo Fujiwara**Earthquake Hazards of Building Structures in Urban Areas**

Proceedings of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on natural Hazard Mitigation,
1989, pp. 181-190.

地震時における都市の総合的な安全性を評価するためには、都市域における建築構造物群の地震被害を正確に推定していくことが重要となる。本研究では、様々な種類の建築構造物を対象とした地震被害推定手法の開発の手始めとして、在来工法による木造住宅および低層鉄筋コンクリート構造物の動的特性について、いくつかの要因に着目してモデル化の手法を提案した。さらに、このモデルを用いて地震応答解析を行い、構造物の最大応答変位と、その構造物の耐力や入力地震動の特性値との関係を明らかにした。また、これらの結果をふまえて、在来軸組工法による木造住宅・低層鉄筋コンクリート構造物の最大応答変位を入力地震動の最大加速度・最大速度から推定する簡便な手法を導き、この手法を用いて、京都市における想定地震発生時の構造物の最大応答を推定し、各サイトの地盤特性や構造物の耐力とその地震応答との関係について考察した。

キーワード： 都市災害，地震被害推定，地震応答解析，木造住宅，鉄筋コンクリート構造物

90030

藤原悌三・佐藤忠信・久保哲夫・村上ひとみ**1988年ネパール・インド国境地震の災害調査**

京都大学防災研究所年報，32号 A，1989年，71-95頁。

1988年8月21日、ネパールとインドの国境でマグニチュード6.6の地震があり、死者1,000名、負傷者10,000名、被害家屋25万戸の被害があった。本研究は科研費（特定研究）の援助により行った現地調査に基づいて、被害の概要、震度の推定、被害建物の耐震上の問題点などについて検討したものである。ネパールで記録された余震およびアメリカ地質局の本震の情報を用いて断層位置を推定し、地質条件を考慮して、地表面の最大加速度分布を算定、現地でのアンケート調査からの各地の震度推定、液状化地点で採取した砂の分析からの震度推定と比較して、建物被害状況と対比することによって、解法の妥当性を検証している。最も被害の大きかった地域で調査した481棟の工法別、階数別統計から被害の大半は煉瓦造であり、人的被害率、負傷原因との関連や救急・報道システムの分析も行っている。最後に、この地域の建物の耐震性向上のための提案を行っている。

キーワード： 震害調査，ネパール・インド地震，アンケート調査，断層モデル，煉瓦造，耐震診断

90031

藤原悌三・喻 徳明

鉄筋コンクリート平面架構の地震応答に及ぼす動的軸力の影響

日本建築学会近畿支部研究報告集, 1989年, 141-144頁。

建築構造物の終局耐震安全性を評価するためには、多断面力間の相互作用を考慮した弾塑性地震応答解析が必要であるとの観点から、鉄筋コンクリート平面架構を対象に、重力による軸力と水平変位に伴う動的軸力および1軸の曲げモーメントが同時に作用する部材について、相当断面力と相当塑性変形の関係に連続的な非弾性の性質を持つWenの1軸の履歴法則を導入し、それを多断面力状態に拡張するとともに、鉄筋コンクリート断面特有の性質である圧縮側と引張り側で降伏状態が異なる断面の降伏条件と塑性変形法則を考慮した地震応答解析法を提示している。鉄筋コンクリート造3層1スパン平面架構の地震応答結果から、部材レベルの応答については、動的軸力の影響によって軸方向変形が蓄積されること、曲げモーメントは軸力のため正負で値が異なり、復元力特性も負の勾配を示すこと、層レベルの応答には、軸力の影響は少ないことなどを明らかにしている。

キーワード： 鉄筋コンクリート, 地震応答, 動的軸力, ポテンシャル関数, 2方向地震動

90032

Teizo Fujiwara, Tadanobu Sato, Tetsuo Kubo and Hitomi O. Murakami

Reconnaissance Report on the 21 August 1988 Earthquake in the nepal-India Border Region

Research Report on Natural Disasters, Japanese Group for Natural Disaster Science, No. B-63-4, 1989, pp. 1-121.

1988年8月21日、ネパールとインドの国境でマグニチュード6.6の地震があり、死者1,000名、負傷者10,000名、被害家屋25万戸の被害があった。本研究は科研費（特定研究）の援助により行った現地調査に基づいて、被害の概要、震度の推定、被害建物の耐震上の問題点などについて検討したものである。ネパールで記録された余震およびアメリカ地質局の本震の情報をを用いて断層位置を推定し、地質条件を考慮して、地表面の最大加速度分布を算定、現地でのアンケート調査からの各地の震度推定、液状化地点で採取した砂の分析からの震度推定と比較して、建物被害状況と対比することによって、解法の妥当性を検証している。最も被害の大きかった地域で調査した481棟の工法別、階数別統計から被害の大半は煉瓦造であり、木造、鉄筋コンクリート造の被害は少いと報告している。また、人的被害率、負傷原因との関連や救急・報道システムの分析も行っている。最後に、この地域の建物の耐震性向上のための提案を行っている。

キーワード： 震害調査, ネパール・インド地震, アンケート調査, 断層モデル, 煉瓦造, 耐震診断

90033

Kenzo Toki, Tadanobu Sato and Junji Kiyono**Identification of Structural Parameters and Input Ground Motion from Response Time Histories**

Proc. of Japan Society of Civil Engineers, Structural Eng./Earthquake Eng. Vol. 6, No. 2, 1989, pp. 413-421.

あるシステムの入力変数と出力変数は、システム特有の入出力関係で特徴づけることができる。構造物の動特性を同定する場合、通常入出力データが与えられていることが前提である。同様に入力推定もシステム同定と同様、逆問題の一つとして捉えることができ、これは適切なモデル化の基で出力と構造物の動物性が既知である場合に可能となる。したがって、入力、システム、出力のうち2つが既知できなければ他の1つは一般には得ることができない。ここでは、カルマンフィルターを用いて構造物の応答として得られる出力波形のみから構造物の動特性と入力波形の双方を推定する解析法を提案した。そして、これを多自由度系、多点入力系にも適用し、各支点に入力した波形を同定した。さらに、入力波形を用いずに出力波形のみから構造物の動特性を推定し、同定された動特性と出力波形からの構造物の入力波形を推定した。

キーワード： システム同定、カルマンフィルター、入力推定、動特性

90034

Kenzo Toki, Tadanobu Sato, Junji Kiyono, Nozar Kishi Garmroudi, Susumu Emi and Masaaki Yoshikawa**Hybrid Study on Nonlinear Soil-Structure Systems**

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 135-144.

本研究の目的は、地震時における構造物基礎の動的安定性を評価するための指標や、基礎と上部構造物に対する終局安定性の最適な配分法を見いだすために、以下に述べるハイブリッド実験の利点を生かし、地盤—構造物系のハイブリッド実験法を開発するとともに非線形復元力特性の簡便な数式モデルを提案するための基礎的な実験を行うことである。地盤—基礎構造物系のハイブリッド実験の場合には、地盤材料の非線形性に基づく復元力の履歴特性の他に、動的相互作用効果をも考慮に入れておかねばならない。すなわち、地下逸散減衰効果ならびに復元力に含まれる周波依存性の影響である。ここでは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り入れて動的非線形応答計算を行うことの出来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、復元力を求めるシステムを構築した。

キーワード： ハイブリッド実験、地盤—構造物系、非線形性、動的相互作用

90035

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

杭基礎の非線形復元力に関するハイブリッド実験

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，11-22頁。

本研究の目的は、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。

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、これを用いて杭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。ここで対象とした基礎は1本杭，2本杭，3本杭，9本杭の4種類であり、線形領域での動的加振実験から得られる複素剛性を計算に取り入れ、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試験体の変位をコントロールして、復元力特性を求めるハイブリッド実験を行った。

キーワード： ハイブリッド実験，非線形動的相互作用，杭基礎，複素剛性

90036

土岐憲三・佐藤忠信・清野純史・竹内廣高

カルマンフィルタを用いた多入力系の入力地震動の推定

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，23-38頁。

本研究の目的は、入力としての地震動と出力としての応答値を確率過程として捉え、カルマンフィルタアルゴリズムの中で得られる予測誤差を用いて系の動特性と出力波形から入力波形を導く手法を開発し、これを実際問題に適用することである。

本研究で解析の対象とした土木構造物は、長径間連続橋、沈埋トンネル、地中埋設管路などの多点異入力系である。これらの系では各入力点で位相差のある地震動を受けるので、系の全域が同一の地動を受けるという仮定に基づく解析は有効ではなく、系は場所によって異なる入力を受けることを考慮した解析が行われなければならない。ここでは、まずこの多点異入力系の受ける入力地震動をシュミレーションモデルにより逆推定した後、実際の地震記録を用いてその手法の妥当性を検証する。解析に用いた地震記録は1980年伊豆東方沖地震であり、神奈川県川崎市の埋設水道管において得られたものである。

キーワード： カルマンフィルタ，多入力系，同定，入力波形

90037

Huei-Tsyrr Chen and Kenzo Toki**Seismic Analysis of Interaction between Building and Tunnel**

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989,
pp. 125-134.

都市地域の地下トンネルはかぶりが浅く、ビルの近傍に位置する場合が多い。したがって、地震時にはビルとトンネル、あるいはそれをとりまく地盤との動的な相互作用を考慮しなければならず、また非線形な応答解析も必要となる。

本研究では、2次元有限要素法を用いて強震時におけるトンネルとビルと相互作用に関する非線形解析を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) ビルとトンネル間の相互作用は、ビルとトンネル間の相対変位よりも土圧の方に大きな影響を及ぼす。
- (2) 地下水位より上の要素に対する非排水状態での最大応力振幅は地下水が存在する場合とほとんど変わらない。
- (3) ジョイント要素の有無は、ビルと地盤の境界における応力状態に影響を及ぼす。また、ビル先端での応答を減少させる傾向がある。

キーワード： ジョイント要素，動的相互作用，非線形応答解析，有限要素法

90038

Tadanobu Sato, Kenzo Toki and Kazuhisa Sugiyama**Optimal Control of Structural Systems under Earthquake Excitation**

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989,
pp. 191-200.

本研究では、作用荷重としては地震力を選び、構造物を単純な多質点系でモデル化した上で、シミュレーション解析により振動制御理論の適用性について検討を加えた。地震等の非定常外力の場合には、通常のレギュラータ問題として最適制御力を求めることが出来ない。そこで、評価関数を時間依存型として、始端から終端へ現在の情報のみで最適制御力を決定できるアルゴリズムを作成した。解析モデルとしては、線形多質点モデルに加え、Tri-Linear型の履歴を有する非線形モデルも考えた。また、地盤—構造物系の相互作用を考慮するために、地震バネを振動数依存とした場合についても解析を行った。さらに、積層ゴムを有する免震構造物に対しても、提案した手法を用いて解析を行い、免震構造物の最大の弱点である地盤と基礎との間の相対変位が大きくなることを防ぐための方法論についても考察を加えた。

キーワード： 振動制御，免震構造，最適制御力，非線形モデル

90039

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

Proc. of the 3rd U. S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Life-Line Systems, 1989, pp. 184-195.

ライフラインシステムがネットワークを構成している以上、そのネットワーク特性を考慮に
いれずに復旧を進めることは、必ずしも最適な復旧戦略とは言えない。そこで本研究ではライ
フラインのネットワーク特性を考慮に入れることによって復旧過程が大きく異なることを示し
た。そして復旧方法を最適なものとする場合にもっとも大切でかつ困難なことは、設定された
復旧過程の優劣を評価するための基準あるいは尺度の設定であるので、それらについての考察
を加えた。そして、定められた基準を用いて数理計画法の一つであるダイナミックプログラミ
ングによって、被災箇所への人員の配分を行った。これらの手法に関しては震災後の特殊な状
況下であるため計算時間に制約があり、大型計算機を用いて長時間の計算を行うことは不可能
である。そこで、小型卓上計算機で計算を実行できるようなアルゴリズムの開発を行った。

キーワード： ライフラインシステム，ネットワーク，復旧戦略，ダイナミックプログラミング

90040

佐藤忠信・土岐憲三・森口康弘

地震動に含まれる位相特性のモデル化

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，1-10頁。

設計用の入力地震動としてよく用いられている方法の一つに、過去の地震動のフーリエスペ
クトルの振幅特性を統計的に予測し、これに位相を独立に与えて地震動を合成する手法がある。
しかし、地震動は波動到着以前では振幅が0となる因果性関数であるから、振幅と位相の間
には相関性があるはずである。したがって両者の独立性を仮定することによって合成された模擬
地震動は、本質的に矛盾を含んでいることになる。

本研究の目的は、地震動記録に含まれる位相特性を同定するための手段を開発し、その非定
常性をモデル化することによって模擬地震動を作成することである。

まず、地震動が因果性関数であることに着目し、ホモモロフィックフィルターおよび非線形
逆解析手段、また地震動のフーリエスペクトルから決定できる最小位相推移関数を導入して位
相特性のモデル化を試み、模擬地震動の作成方法について検討を加える。

キーワード： 設計用入力地震動，因果性関数，位相特性，非定常性

90041

佐藤忠信・杉山和久

作動遅延時間を考慮した地盤－構造物系の最適振動応答制御

第3回計算力学シンポジウム報文集, 1989年, 373-380頁。

地震等の非定常な外力に対して構造物の振動を最適に制御するためには, 時々刻々得られる情報のみから制御力を決定する必要がある。これまで制御に用いられてきた最適レギュレータの評価関数は全制御時間の積分値で与えられるため2点境界値問題を構成し, 一般には外力を無視することにより制御則が導かれている。このため既往のレギュレータ問題を用いて制御を行うと, 入力地震動の性質を十分に考慮した制御が行えないことになる。

地震による構造物の被害の程度を表現する指標として, 構造物に入力するエネルギー量が提案されているが, 本研究では地盤－構造物系に入力する振動エネルギーを考慮した時間依存型評価関数を用いることにより, 入力地震動の性質を直接制御力に反映することができる閉ループ制御則を提案し, その適用例を示した。また, 提案した制御則を実際の構造物に適用する際に問題となる制御力の作用時間遅れに関する考察も行った。

キーワード: 地震外力, 最適制御, レギュレータ, 閉ループ制御

90042

Tadanobu Sato, Toru Shibata and Yoshio Hirai

Identification of Constitutive Parameters of Soil Using Pressuremeter Test

Numerical Methods in Geomechanics, Vol. 4, 1989, pp. 2227-2234.

本研究では, 砂の構成式を規定するパラメータを同定するための理論展開を行った。さらに, これをプレッシャメータ試験に適用するため, 有限要素法を用いた同定解析を行い, パラメータの最適値を求め, あわせて感応度分析を行った。また, 三軸試験管に基づく同定解析結果との比較・考察を行った。

原位置試験であるプレッシャメータ試験より求まる砂の応力－ひずみ関係を用いて砂の構成式のパラメータを同定することを目的としているので, ひずみに対する測定量残差を目的関数とし, それを最小するように材料定数を決定した。最適化の手法としては Powell の方法を用いた。

キーワード: プレッシャメータ試験, パラメータ同定, 有限要素法, Powell の方法

90043

佐藤忠信・八嶋 厚・田中 琢

年輪を用いた長期的気候変動特性の抽出

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，279-289頁。

著者らはこれまでに、長野県木曽郡産の樹齢233年～319年の30本のヒノキの年齢の成長に影響する気候要素として、特に降水量を取り上げ、両者のデータ間に確率モデルを構築することにより、古気候情報の再現を試みた。本研究では、いかなる気候要素が樹木の成長に最も寄与しているかを検討するため、明治22年に観測が始まった長野気象台の4月～9月の6ヶ月間の平均気温および降雨日数と長野県木曽郡産のヒノキの年輪の間の相互相関を調べた。その結果、年輪の成長に寄与する気候要素として降雨日数の方が、平均気温よりもより高い相関があることを見出した。そして、年輪と降雨日数データの170年間の重複期間において、確率モデルを構築した。確率モデルに含まれるパラメータの同定は、観測更新アルゴリズムを用いたカルマンフィルタによった。最終的に、得られたパラメータを用いて、降雨日数のデータを紀元1,000年付近にまでさかのぼって推定した。

キーワード： 年輪，気候変動，相互相関，パラメータ同定

90044

山田善一・伊津野和行

損傷を受けた RC 梁部材の地震応答特性

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，39-47頁。

本研究では、損傷を受けた RC 梁部材を対象として、損傷部分を修復した場合と未修復のまま放置した場合における再度の地震に対する応答特性について、ハイブリッド実験の手法を用いて検討した。また、修復供試体を再載荷実験後に切断し、修復前後の地震応答による各断面の損傷を調査した。その結果、地震によって損傷を受けた部材を未修復のまま放置した場合、再度の地震に対して示す応答は、損傷のない場合の数倍大きくなるがあった。また、修復部材に関しては、幅 0.1 mm 程度のひび割れにもエポキシ樹脂が注入されていたことや、修復後の載荷によるひび割れが以前とは違う場所に入っていること、そしてそのひび割れ本数は修復前より少ないが幅は広いこと、などが観察された。さらに、修復 RC 部材の地震応答解析手法について、基礎的な考察を行なった。

キーワード： 鉄筋コンクリート，修復・補強，地震応答実験，ハイブリッド実験，エポキシ樹脂

90045

山田善一・野田 茂・伊津野和行・土井弘次

カルマンフィルター法によるデジタル式強震計記録補正の試み

構造工学文集, 35巻 A 号, 1989年, 629-642頁。

本研究では、デジタル式強震計を対象として、地震記録にカルマンフィルターのアルゴリズムを導入し、記録に含まれる長周期の雑音成分を取り除いて自動的な計器補正を試みた。すなわちカルマンフィルターを適用する構造モデルとして強震計を考え、地震動をこのシステムへの入力、地震記録を出力と考えている。この場合、強震計が正常に作動し、各種の補正を行なう必要がなければ、これらの入力と出力はまったく同一の値となる。ここでは、振動台上に強震計をのせた加振実験の記録を出力波形として用い、強震計の内部構造を状態方程式によって定式化して、よりよい入力波形を得ようとするものである。その際、状態変数に入力地震動の加速度・速度・変位を組み込むことによって、それらの波形を時々刻々一度に導き、計算時間や計算容量の短縮を計ることも試みた。

キーワード： 強震計，構造同定，記録補正，カルマンフィルター

90046

山田善一・家村浩和・岡市明大

半経験的手法による長周期地震応答スペクトルの推定

第20回地震工学研究発表会講演概要, 1989年, 109-112頁。

巨大地震の発生が稀であること、観測態勢が不十分であることから、長周期構造物の設計地震入力の設定材料となる記録の収集は大変困難である。本研究では、地震学の知見を用いて、将来発生が予想させる大地震の際の地震動の予測を試み、長周期構造物の設計地震力について検討する。長周期構造物は一般に減衰が小さく長時間継続して振動する。予測される大地震は、主要部からコーダ部に至るまで巧みに合成させることが望まれる。そこで、大地震は小地震の観測記録から半経験的手法における入倉の方法を用いて合成した。解析例として明石海峡大橋架設地点を取り上げ、本四耐震基準との比較を行なった。その結果、総じて、南海道地震余震記録と三河地震記録を用いて合成した場合に本四基準を上回ることがかなりあった。しかし、他の4記録を用いるとほとんど本四基準を下回った。

キーワード： 長周期地震動，設計スペクトル，半経験的手法，大地震の合成

90047

山田善一・家村浩和・岩崎好寿

動作遅延時間を考慮した不規則地震応答の最適アクティブコントロール

第20回地震工学研究発表会講演概要, 1989年, 497-500頁。

構造物の地震時の動的応答を低減する方法としてアクティブコントロールの適用が検討されるようになっている。最適なアクティブコントロールの方法は、構造物の応答から得られるフィードバックコントロールに、地動から得られるフィードフォワードコントロールを併せた形式で実現される。しかしこの方法を実施する際の問題点として、制御力を加える際の加力装置の動作時間遅れが存在することが指摘されている。構造物の応答や地動の状態をセンサーで感知してから制御力を計算するまでの時間、加力装置へ指令が出されてから実際に制御力が作用するまでの時間などによって、動作時間の遅れは取り除くことができないものである。この時間遅れが大きくなると、制御力によって構造物が加振され、安定性が失われることがある。そこで本研究では、時間遅れの影響を軽減する数理的方法を提案し、シミュレーションを行った。

キーワード： 制振，最適制御，地震応答解析，動作遅延時間

90048

河野健二・山田善一・家村浩和・Venkaramana Katta

波力と地震を同時に受ける海洋構造物の不規則応答解析

構造工学論文集, 35巻 A 号, 1989年, 851-859頁。

本研究では、地震力と波力が同時に作用する場合のジャケット型の海洋構造物の動的応答解析を行ない、地震力の影響について検討を加えた。強大な地震が作用するとき、設計波高を与える波力が同時に作用する確率は非常に小さいと思われるが、微小な波力の作用する場合は多いと考えられる。動的応答解析については杭基礎と上部構造物系との動的相互作用を考慮した。地震力と波力が同時に作用する場合の不規則振動解析を行ない、任意の応答レベルに対する超過確率を求め、地震力が海洋構造物の応答に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、平均波高の小さな波力が作用するとき、地震力だけの応答と比べて、同時入力の影響は減少した。これは、流体力による減衰が増加するためと考えられ、波力と地震力の同時入力については注意を要する。

キーワード： 海洋構造物，不規則振動，動的応答解析，動的相互作用，地震応答

90049

亀田 弘 行

近代都市の耐震対策

土木学会誌, 74巻 6 号別冊増刊, 1989年, 26-29頁。

現代都市の地震防災に関わる研究課題を整理した。都市の構成と機能の特徴を述べた後、都市の耐震対策を「耐震安全性」の問題と「耐震信頼性」に分け、それぞれ異なる評価基準とハードな対策の重点が存在することを示した。

キーワード： 都市地震防災

90050

亀田弘行・北 啓之

載荷車両の動的効果を考慮した道路橋の地震応答特性

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 49-82頁。

本研究は、道路橋の地震荷重に対する載荷車両の影響を明かにしようとするものである。ここでは、しばしば渋滞が発生する都市高速道路を念頭に置いて、地震発生時には重量の大きなトラックが橋梁上に載荷されている状態を考える。問題を、橋梁と車両の間の動的相互作用として捉え、橋梁車両系の複素固有値解析と時刻歴地震応答解析を行った。車両載荷の影響評価に関連が深い振動モードを明かにするとともに、橋梁一車両系の地震応答と橋梁単独系の地震応答を比較することにより、載荷車両が橋梁の地震荷重に及ぼす動的効果を詳細に論じた。

キーワード： 耐震設計, 橋梁, 活荷重

90051

Hiroyuki Kameda, Junpei Akamatsu, Satoshi Iwai, Akio Kitahara and Nobuoto Nojima

Developments in Urban Earthquake Hazard Research

—Current Activities at UEHR—

Proc. of the 2nd Kaist-Kyoto University Joint seminar/Workshop, 1989, pp. 79–92.

都市地震防災のための研究分野における最近の研究の進展状況を、京都大学防災研究所都市施設耐震システム研究センターの組織的活動をもとに紹介した。まず都市震害防止・軽減のために要求される研究目標および研究領域の全体的な枠組みを示し、各分野間の研究協力の必要性ならびに得られた成果の統合化のための学際的研究活動の重要性を強調している。次いで、都市施設耐震システム研究センターにおいてなされつつある研究の個別領域の、全体の中での位置づけを明らかにすると共に、それらの研究の現状を述べた。研究の概要は、(1) 地震ハザード、(2) 耐震構造、(3) 都市地震防災のシステム分析に大別され、さらに幾つかの課題に分けて各研究の方向を論じた。

キーワード： 都市地震防災、地震ハザード、耐震構造、システム分析

90052

能島暢呂・亀田弘行

ライフライン系における地震防災システムの基本構造に関する考察

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，89–109頁。

ライフライン地震防災を都市地震防災上の総合的課題として捉え、各ライフラインにおける地震対策を共通の視点から論じることによって、その基本構造を明らかにした。まず地震対策を、物理的被害軽減対策、ネットワーク形態面からの対応、システム・オートメーション、人間の対応・作業に分類し、事前策、緊急対応、復旧作業という時間軸上での上記4対策の位置づけを整理した。さらに各ライフラインの地震防災対策共通の流れとして、4種の対策の密接な結び付きを示し、対策間の整合性の必要性を論じた。またライフライン地震防災対策を、個々のシステム特性と関連づけて考え、システムの地震防災対策を規定している要因を分析した。最後に、ライフライン地震災害にみられる種々のシステム相互連関の様相をまとめ、システム間のインターフェースとしての「システム・リンク」の効率的改善の必要性を論じた。

キーワード： ライフライン、地震防災対策、共通構造、相違点、相互連関、リスク分析

90053

赤松純平・西村敬一・藤田雅之

炭山および醍醐地震観測室における併行地震観測

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 83-88頁。

京大防災研究所炭山地震観測室の近傍に京滋バイパス宇治トンネルが建設されるに伴ない、醍醐地震観測室が1989年9月に開設された。資料の継続性を保つために両観測室で併行観測が実施されている。近接する京都盆地の基盤岩に入射する地震波をこれらの資料から推定する際に重要な、丹波層群における地震動場の空間特性を知ることを目的に、本論では、微動、発破震動および地震動のサイト特性を比較検討した。

(1) 2地点の微動の振巾スペクトルは周波数に依存した一定の相互関係を有しており、地震波に対する平均的なサイト特性と考えられる。(2) 近地地震や発破震動の振巾スペクトルの相互関係は、高周波域では微動のそれと同じであるが、低周波域では地震により異なる。波動場を推定する上で、表層地質構造による散乱の影響と、transientな波形の違いの問題点を指摘した。

キーワード： 地震波動場, サイト特性, 丹波層群, 基盤岩

90054

赤松純平

地震波におよぼす堆積岩層の影響—

南極リュツォ・ホルム湾地域および京都における観測波形の比較

Proc. Natl Symp. Effects of Surface Geology on Seis. Motion, 1989, pp. 139-144.

岩盤上の観測波形から、隣接する平野や盆地の地盤下の基盤岩へ入射する波を推定する場合、基盤岩での波動場の性質を知り、誤差の限界を明らかにする必要がある。この観点から、京都醍醐山地（丹波帯）岩盤上での地震記録と、堆積岩層の無い南極リュツォ・ホルム湾地域の地震記録とを比較検討して、地震波におよぼす表層堆積岩層の影響を評価した。

(1) 丹波帯では約1 km離れた2地点で振巾スペクトルは、数 Hz 以上の周波数域で factor 4 の違いを生ずる。リュツォ・ホルム湾地域では12 kmも離れた地点において僅か factor 3 の違いしかない。この差は堆積岩層の有無に帰せられる。

(2) 散乱減衰の大きい地域では、媒質の不均質に起因する地震波のゆらぎの影響を評価することが必要である。

キーワード： 表層地質, 堆積岩, 基盤岩, 丹波帯, リュツォ・ホルム湾地域

90055

Junpei Akamatsu, Nobuo Ichikawa and Katsutada Kaminuma
Seismic Observation with Local Telemetry Network around Syowa Station, East Antarctica

Proc. Nipr Symp. Antarct. Geosci. No. 3, 1989, pp. 1-12.

東南極リュツォ・ホルム湾およびプリンス・オラフ海岸地域の地震波の伝播特性の研究と局所的な構造性地震の観測を目的として、昭和基地周辺地域に地震観測網を設置した。

1987年6月～1988年1月の期間中に、4400個以上の記象が得られた。その約9割が海水や大陸氷床で発生する氷震と氷河の流動に伴う連続震動である。遠地震473個が得られているが、そのうち、基地北方2000 kmの大西洋―インド洋海膨付近の地震4個はT相を伴う。この期間中に4個の局所地震が観測され、昭和基地における地震観測では初めて震源位置が求められた。これらは、地殻内の浅部、地形学や地質学の調査から推定されている断層付近に発生している。東南極盾状地で地質構造に関連して地震が発生していることが明らかになり非常に興味深い。

観測網と観測システムが詳述されている。

キーワード： リュツォ・ホルム湾，構造性地震，氷震，氷河流動，T相，昭和基地

90056

Yoshimasa Kobayashi, Edwin L. Harp and Takao Kagawa
Simulation of rockfalls triggered by earthquakes

Rock Mechanics and Rock Engineering, Vol. 23, 1990, pp. 1-20.

ころがりモードと跳躍モードを含む落石運動のシミュレーションプログラムを開発し、1980年カリフォルニア州マンモスレイクス地震、1983年アイダホ州中部地震における落石に適用した。跳躍モードの卓越する現実に近い運動様式を再現するために、斜面形状の各測定点の中間点の内挿値に適当な大きさの乱数を与えて、斜面形状に人為的な不規則性を与えた。各地点について、乱数列を変えては300回のシミュレーションを行ない、最大到達距離と跳躍間隔の分布を求めた。シミュレーション結果は一般にバラツキが大きく、確率的であることがわかった。斜面が長く、斜面形状データが最も詳しい地点で、実測結果とシミュレーション結果が最もよく一致した。

キーワード： 落石，地震災害，シミュレーション

90057

Yoshimasa Kobayashi and Tomoki Tsutsui**Exploration of subsurface structure of deposited basins with various seismic methods**

Proc. National Symposium on Effects of Surface Geology on Seismic Motion, 1989, pp. 67-72.

将来の破壊地震おける強震動予測のための地下構造を明らかにするため、京都付近の堆積地盤箇所において、深さ 1 km 程度までの地震波探査を行なった。採用した方法は、通常の屈折法、反射法などのような能動的手法だけでなく、微動ないし脈動観測などの受動的手法も含む。微動のスペクトル、位相速度を用いる方法、屈折法、古典的反射法と Ray tracing, CDP 法の例を記述した。諸地震波探査手法の特徴を議論した。

キーワード： 地震探査，地下構造

90058

筒井智樹・小林芳正・芝 良昭・須田佳之・村井芳夫・岩田知孝・藤原広行・松井一郎
 反射法地震探査による琵琶湖東岸，日野川河口の地下構造の推定
 地震，42巻，1989年，405-418頁。

琵琶湖東南岸，日野川付近の地下構造を地震反射法で調べた。日野川の東，南岸に各 1～1.5 km の測線を設け，日野川直下のブーゲー異常の急傾斜帯の地下構造の解明を試みた。CDP 法により時間断面を作り，ついでに F-K マイグレーションにより深度断面を作って構造を詳しく議論した。両時間断面中で，ほぼ水平な A 面とその下方に南西に傾斜する B 面が認められた。前者は琵琶湖層群中の反射面，後者は琵琶湖層と基岩の間の不整合面と推測される。B 面は西側の測線中央部で谷地形を示し，東側の測線全体で南西傾斜を示すのでこれは SE-NW 方向の過去の侵食チャンネルの可能性がある。

キーワード： 反射法探査，地下構造

90059

Tomoki Tsutsui and Yoshimasa Kobayashi**Discontinuity of basement rock depth in the eastern coast of Lake Biwa, discovered by observation of microseisms**

Journal of Physics of the Earth, Vol. 37, 1989, pp. 133–146.

琵琶湖東南岸の低地震活動地域で、長さ各 10 km の 2 測線上で、周期 1 ～ 4 秒の脈動水平動を観測した。各観測地点は、脈動スペクトルの特徴により 2 群に分けられる。第 1 は日野川の西側にあり、周期的 3 秒の脈動が卓越する。第 2 は日野川の東側にあり、そのような卓越周期は認められない。この違いは、基盤構造の差によると思われる。基盤深さを推定するために、日野川の両側でそれぞれ 2 次元地震計アレイを用いて脈動上下動を観測した。この脈動が主としてレイリー波の基本モードからなると仮定して、分散曲線から地下構造を推定した。基盤深さは日野川の西側で約 0.9 km、東側で約 0.1 km と推定され、この結果は地域の深層ボーリング結果、重力探査結果などと調和的である。

キーワード： 脈動，地下構造，基岩

90060

Yoshimasa Kobayashi and Tomoki Tsutsui**Explorations of Buried Faults with Seismic Methods**

Proc. 4. International Symposium on Analysis of Seismicity and Seismic Risk, 1989

現存する日本の活断層図は、主として空中写真と地表の観察に基いている。したがって厚い堆積層に覆われた地下の活断層が未発見に留っている可能性がある。また、地表における情報のみによる場合、性格を明確にできない活断層がある。これらの状況を改善するため、京都付近の新期堆積層地域で、地震波探査法を用いて地下構造を調査した。用いた手法は、通常の屈折法や反射法などの能動的手法だけでなく、脈動観測のような受動的手法を含む。脈動のスペクトルと位相速度、屈折法、古典的反射法と ray tracing, CDP 法などを用いた 3 地点の調査例を記述した。推定された地下構造と地域のテクトニスの関係を簡単に論じた。

キーワード： 地震探査，活断層

90061

小 林 正 美

建築空間における災害時の人間行動と建築計画

日本建築学会計画系論文報告集, 第408号, 1990年, 43-52頁。

建築空間における災害時の人間行動を扱った既往の研究を論評し, そこで展開されている行動の多様性とパニックと呼ばれてきた行動の本質について言及した。1982年に発生した浦河沖地震での浦河町の住宅内滞在者55名の行動を詳細に調査した例を報告し, 揺れの続いた45秒間の行動を9種類に分け, それらが基本的には人的・物的被害の防止に結びついたものであったことを示した。またその行動選択には, その人と住宅との係わり, 他の滞在者との関係など, 日々そこで展開されている生活と行動, その背後にある社会的規範が強く影響していることを分析から示した。さらに住宅では地震時も主婦が最も活発な行動をとっており, それが居間を中心に展開されていることから, その様な行動特性をふまえ, 居間を住宅内部の非難安全ゾーンとして構成する, 地震時の行動安全・空間安全を考慮した住宅のプラン構成の考え方を例示した。

キーワード: 地震, パニック, 人間行動, 建築計画

90062

柴 田 徹

地球の温暖化と災害

土木学会誌, 74巻6月別冊増刊号, 1989年, 1-3頁。

「繁栄の中の防災」というタイトルの特集に当って, 地球の温暖化問題を取り上げ, 自然災害との関わりなどを考察したものである。内容は地球の温暖化, 海面の上昇および気候システムの研究より構成されているが, 特に以下の2点について, 防災上の慎重な検討が望まれることを指摘した。

①日本の橋梁や住宅建物は, 現在, 地上での最大風速 50-60 m/s を規準に設計されている。ところが海面温度の上昇によって大気対流が激化し, 巨大台風の発生が予想される。その規模は過去最大級の1.5倍で, 最大風速 100 m/s に達するという。

②関東平野と大阪湾沿岸部について, 縄文海進の時代を現況と比較した。海面上昇は当然のことながら, 海岸線の後退, 高潮による大規模氾濫災害の発生, 地下水の塩水化などをもたらす。なお1987年千葉県東方沖地震の際の液状化発生地は, 縄文期の海域と一致している点も注目された。

キーワード: 温暖化, 自然災害, 海面上昇, 台風

90063

Toru Shibata, Hideo Sekiguchi, Tatsunori Matsumoto, Katsutoshi Kita and Shigeru Motoyama

Pile Driveability Assessment by Waveform Analyses

Proc. 12th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Vol. 2, 1989, pp. 1105–1108.

本報文は、二点ゲージ法による杭の打込み性の評価を実大鋼管杭に適用したものである。その基本的な考え方は、弾性杭の杭軸方向の異なる二断面におけるひずみ波形を利用して、下降波と上昇波のそれぞれによる寄与を分離した後、杭の任意断面における応力、粒子速度を求めることである。ここでは実際に、杭頭における応力波形、変位波形を同定するとともに、ディーゼル・ハンマの打撃によって杭に伝達された仕事量の同定も行っている。その結果、本ケースでは公称エネルギーの45%のエネルギーが杭に実際に伝達されていることがわかった。また、この結果を考慮すると、別途、行われた杭の静的鉛直載荷試験時の極限支持力値をHiley式で大概、予測し得ることになる。

キーワード： 応力波、支持力、海底地盤

90064

Toru Shibata, Atsushi Yashima and Makoto Kimura

Model Tests and Analyses of Laterally Loaded Pile Groups

Soils and Foundations, Vol. 29, No. 1, 1989, pp. 31–44.

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力の低減は顕著となるが、果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（1981）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、原型群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： 支持力、水平力、模型実験、群杭

90065

三村 衛・柴田 徹・盧 尚鉉・大槇正紀

大水深防波堤の安定性について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 145-167頁。

1987年8月の台風12号による高波によって被害を受けた, 新長崎漁港南防波堤の復旧工事による防波堤基礎地盤の変形と安定性を, 二次元弾粘塑性有限要素法を用いて検討した。当地区は五島灘に港口を開いた地形で, 再び大きな外洋波が襲う危険があるため, 波力に抵抗すべく防波堤の断面を拡大し, かつ非常に短期間のうちに完成させなければならず, 工事中, 無処理の軟弱海底地盤上への捨石や消波ブロック建設に伴う基礎地盤の大変形と破壊が懸念されていた。解析結果により, 消波ブロック施工時にやや不安定な挙動を示すものの, 防波堤基礎地盤は施工期間を通じて安定的に推移し, 完成に至ることが予測され, 実際工事に伴って実施された変位計測結果は概ね解析結果と一致し, 防波堤は1989年3月に竣工した。また工事に際して, 解析結果に基づいた安定管理図(沈下~側方変位関係)による施工管理が行われ, その有用性が実際の工事を通じて確かめられた。

キーワード: 弾粘塑性構成式, 有限要素法, 沈下, 海洋構造物

90066

Chikayoshi Yatomi, Atsushi Yashima, Atsushi Iizuka and Ikuo Sano

General Theory of Shear Bands Formation by a Non-Coaxial Cam-Clay Model

Soils and Foundations, Vol. 29, No. 3, 1989, pp. 41-53.

支持力, 斜面安定, 断層生成等の地盤の応力限界状態においては, 変形が集中したせん断帯が発生し, 進展する。しかし, 現状では, せん断帯がいつ, どこに発生し, どのように進展していくのかをすべて解析的に予測する研究はほとんど見られない。そこで本論文では, まず, 極限状態までは硬化物質である微小ひずみ理論に基づく Cam-clay モデルを有限変形理論に拡張した後, せん断帯を生成しやすくするために塑性損失仕事に貢献せぬ形で塑性ひずみ増分と非共軸な項を付加した非共軸 Cam-clay モデルを提案した。次に, 載荷過程において増分つりあい式の偏微分方程式型が楕円型, 放物型, 双曲型へと移行する仕方への非共軸項の影響を検討した。最後に, せん断帯の生成のしやすさを調べる一つの新たなパラメータである瞬間単純せん断剛性という概念を導入し, 非共軸のせん断帯生成への影響に関し考察した。

キーワード: せん断, 破壊, 構成式, 有限変形

90067

Chikayoshi Yatomi, Atsushi Yashima, Atsushi Iizuka and Ikuo Sano

Shear Bands Formation Numerically Simulated by a Non-Coaxial Cam-Clay Model

Soils and Foundations, Vol. 29, No. 4, 1989, pp. 1-13.

本論文は、有限変形弾塑性有限要素解析について述べたものである。まず、増分型の支配方程式に基づき、間げき流体の運動を考慮した有限要素定式化が示されている。次に、解析プログラムの簡単な検証を示した後、一様均質な粘性土地盤における非排水支持力問題を解析し、載荷に伴う地盤内のせん断帯の生成の様子を、有限要素メッシュの変形を追跡することによって示した。せん断帯の生成によって地盤内にくさび型領域が形成される。さらに地盤内の代表的位置の要素について、特性領域内の移行の様子と、有効応力径路の変化の様子が調べられ、各要素の特性が楕円型から双曲型にどのように移行してゆくか、またそれに対応して有効応力状態は、どのように変化するかが示された。最後に、載荷板の反力分布が載荷に伴ってどのように変化するかが調べられている。極限支持力付近では、載荷板の反力分布はほぼ一様となることがわかり、従来からの経験的な結論を裏付けている。

キーワード： 支持力，せん断，弾塑性，構成式，破壊，有限要素法，有限変形

90068

八嶋 厚・矢富盟祥・飯塚 敦・佐野郁雄・太田秀樹

平面ひずみ試験におけるせん断帯生成のシミュレーション

第34回土質工学シンポジウム，1989年，233-240頁。

本論文では、有限変形弾塑性有限要素法を用いて、粘性土の圧密非排水条件のもとで、一様粘土地盤の支持力試験と平面ひずみ試験を数値シミュレーションし、せん断帯発生を検討した。用いた構成式は、異方圧密にともなう異方性を表現できる弾塑性構成モデル（関口-太田モデル）である。この構成式を有限変形理論の枠組みに拡張し、さらに応力増分に関する非共軸項を新たに導入した後、連成解析有限要素法に組み込んだ。そして、有限要素メッシュの変形をプロットすることによって、せん断帯を表現した。解析の結果、せん断帯の生成は、みかけの応力～ひずみ関係に多大の影響を与えることがわかった。つまり、つねにひずみ硬化を示すような形の構成式を用いても、せん断帯の生成によって、みかけの応力～ひずみ関係には、応力の低下つまりひずみ軟化現象が観察される可能性のあることがわかった。

キーワード： せん断，支持力，有限要素法，数値解析，有限変形

90069

飯塚 敦・矢富盟祥・八嶋 厚・佐野郁雄・太田秀樹
 せん断帯（すべり線）の生成機構と応力誘導異方性
 第34回土質工学シンポジウム，1989年，225-232頁。

粘性土の K_0 CU 試験を実施すると，低ひずみレベルで網目状のすべり線群の発生が観察される。せん断ひずみレベルが上がるにしたがって，このすべり線は消滅する。その後，水平方向から約 60° の方向に一本のすべり線が新たに発生し，破壊に至る。 K_0 圧密された粘土は異方性を示すことが知られているが，この異方性の表現により構成式は非共軸性を示す場合がある。ここでは，応力誘導異方性を有する関口・太田による粘土の構成式を取り上げ，異方性の表現による非共軸性がせん断帯の生成条件およびその生成方向の変化にどのような影響を及ぼすかについて詳しく理論的考察を行った。その結果，せん断帯の発生のしやすさに関しては，異方性による非共軸効果より，応力速度による非共軸効果の寄与の方がかなり大きいことがわかった。

キーワード： せん断，すべり，弾塑性，構成式，異方性，有限変形

90070

岡二三生・八嶋 厚
 ひずみ軟化型構成式を用いた有限要素解析
 第34回土質工学シンポジウム，1989年，219-224頁。

過圧密粘土や軟岩を用いて三軸圧縮試験などを実施すると，ひずみ硬化のみでなく，ひずみ軟化現象が観察されることがある。ひずみ軟化については，現在までに多くの論議がなされてきているが，いまだ理論的・解析的に決着をみていない。本研究では，ひずみ履歴に関する応力の汎関数で定義される降伏関数を用いた弾塑性構成式（岡・足立モデル）を連成有限要素法に組み込み，三軸圧縮試験をシミュレートし，ひずみ硬化—軟化過程が安定的に解析できることを示した。また，ひずみ軟化については，解析結果がメッシュサイズに著しく依存するという問題があるが，ここでは，非局所化を，ひずみ履歴に関する応力に施すことにより，この問題の解決を試みた。非局所化の領域や平均化手法を変化させることによって，ひずみ軟化過程でのメッシュサイズ依存性が，どのように緩和されるかを詳しく考察した。

キーワード： 有限要素解析，弾塑性，構成式，ひずみ軟化，局所化，有限変形

90071

赤井浩一・辻 泰志

粘性土の動的変形係数に及ぼす異方圧密履歴の影響

土木学会論文集, 412号, 1989年, 107-116頁。

一次元圧密に代表される異方圧密粘性土の動的変形係数が示す応力履歴依存性を実験的に考察したものである。特に、圧密中に累積する偏差ひずみが応力径路に大きく依存する事実が粘性土の動的変形係数に著しい影響を及ぼすことを明らかにするため、等方圧密試料と K_0 圧密試料の両者について、繰返しせん断時における応力-ひずみ関係を中心に考察している。すなわち、まず深草粘土の排水せん断に関する弾塑性構成式の誘導において、等方圧密と異方圧密のそれぞれの過程に生じるひずみ成分を考察し、 K_0 圧密が応力比のかなり大きい異方圧密であるので、その間試料がうけるひずみ履歴が等方圧密試料のものとはかなり異なる挙動の原因となることを推論した。ついで、正規圧密沖積粘土に対して実施した振動三軸試験による等方および K_0 圧密試料の動的応答特性の比較により、粘性土の等価変形係数の大きさの評価と、その拘束圧および間隙比依存性の定式化を示した。

キーワード： 異方応力履歴，偏差ひずみ，動的定数， K_0 圧密

90072

赤井浩一・辻 泰志

異方圧密粘性土の先行せん断ひずみとそれが動的定数に及ぼす効果について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 193-205頁。

一次元圧密をうけた自然地盤に代表される異方圧密粘土の動的変形係数がひずみ履歴に依存する現象を振動三軸試験により究明したものである。正規圧密沖積粘土に対して実施した 10^{-4} の次数のひずみレベルの繰返し載荷実験の結果は以下のようにまとめられる。すなわち、実験に用いた徳山粘土の等方圧密試料では繰返し載荷により間隙水圧の蓄積があるが、 K_0 圧密試料ではそれがほとんど認められない。その後の非排水せん断においては K_0 圧密試料は著しいロッキングを示し、ひずみも間隙水圧も発生しないまま急速に最大応力に到達する。等価減衰比は圧密時の応力経歴によって大差はないが、等価変形係数は同一の拘束圧のもとで K_0 圧密試料のほうが約1.5倍の大きさとなる。また、この動的変形係数の拘束圧および間隙比依存性も、圧密時の応力径路により大きく異なることが知られ、それを表現する実験式が提示されている。

キーワード： 異方応力履歴， K_0 圧密，動的定数，ロッキング

90073

Koichi Akai, Masashi Kamon and Ken-ichi Soga**Long-Term Settlement of Diluvial Clays and Existing Pellets in Seabed**

Memoirs, Faculty of engineering, Kyoto University, Vol. 51, No. 4, 1989, pp. 207-217.

海底粘土地盤中には数多くの生物起源のペレットが存在し、洪積粘土層のセメンテーション作用に大きな影響を及ぼしている。したがって、洪積粘土層は上載荷重が大きく、かつせん断強さも大きいにもかかわらず、原位置における間隙比が異常に大きい値を有する結果となっている。本論文では、このような海底粘土中のペレットのセメンテーション作用にもとづいて、大きな間隙比状態にある過圧密粘土の長期圧密沈下を中心にとりあげ、近年沖合いの埋立て事業が盛んであるが、ここでみられる長期沈下挙動への影響を検討したものである。特に、堆積年代の異なる洪積粘土層ごとのペレットの存在状況を明らかにし、現状の間隙比状態が上載荷重にもとづく自重圧密状態と大きく異なっていることを示すとともに、長期圧密挙動に最も大きく影響する二次圧密速度についても層ごとに明らかにしたものである。

キーワード： セメンテーション作用，ペレット，長期圧密，二次圧密速度

90074

Toshihisa Adachi, Makoto Kimura and Satoshi Tada**Analysis on the Preventive Mechanism of Landslide Stabilizing Piles**

Proc. 3rd Int. Symp. on Numerical Models in Geomechanics, 1989, pp. 691-698.

地すべり防止対策工としてわが国では抑止杭が多用されている。本論文では、まず始めに2次元模型実験によって実験的に、砂質地山に打設された地すべり抑止杭の抑止機構の解明を試みた。次いで、地盤の塑性化を考慮し、弾完全塑性的な応力～ひずみ関係を組み込んだ、弾完全塑性有限要素法によって解析し、実験結果と比較した。本論文で得られた知見は以下のよう

- 1) 実験結果より、並列状に打設された地すべり抑止杭は、杭前面のアーチ効果によりすべりを抑止する。
- 2) 弾完全塑性有限要素法によれば、杭前面のアーチ作用の位置は、最大主応力の最大値をとる要素から推定できる。
- 3) 杭中心間隔が狭い場合は、杭体に作用する荷重の変化を解析でうまく表現できる。
- 4) 杭周辺地盤の変位置に関しては、解析結果は実験結果を定量的に表現できない。

キーワード： 地すべり抑止杭，数値解析，弾完全塑性，アーチ効果，模型実験

90075

足立紀尚・木村 亮・多田 智

砂質地山に打設された地すべり抑止杭の数値解析

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 169-182頁。

地すべり防止対策工としてわが国で多用されている, 地すべり抑止杭の抑止機構を解明するためには, まず群杭と地盤の相互作用を実験的に明確に把握し, さらに数値解析手法でそれらを結びつける必要がある。そこで, まず始めに深さ方向の影響を無視した2次元室内模型実験により, 砂質地山の引張り領域に打設された, 地すべり抑止杭の抑止機構の解明を試みた。本論文では, 得られた実験事実を定量的にシミュレートできる数値解析モデルの確立を図るため, 異なるモデルを用いて実験結果を検討した。地盤の塑性化を考慮し, 弾完全塑性的な応力-ひずみ関係を組み込んだ, 弾完全塑性有限要素法によれば, 杭に作用する荷重を概ね説明でき, 杭前面のアーチ作用の位置についても, 最大主応力の最大値をとる要素から推定できることを示した。また, ジョイント要素を配置した弾性有限要素解析では, 実験結果に基づいた要素分割を行うことが重要であることを示した。

キーワード: 地すべり抑止杭, 数値解析, 杭前面のアーチ作用

90076

Toshihisa Adachi, Takehiro Hirata, Tadashi Hashimoto and Fusao Oka

An Elasto-Viscoplastic Constitutive Model for Clay and FEM Analysis of the Time-dependent Behavior of Clay Deposits

Proc. 3rd Int. Symp. on Numerical Models in Geomechanics, 1989, pp. 593-607.

シールドトンネルを建設する際, 近接構造物への影響を極力軽減するため地山の変形を抑制する必要がある。地山変形の発生要因としては, 切羽の余掘, テールボイドおよびシールド掘進時の地山の攪乱がある。本論文は, 超軟弱粘性土地山においてシールドトンネル建設後, 長期間にわたる後続沈下の原因が掘進時の地山の攪乱にあると考えて, 攪乱による粘性土の劣化現象を表現できる構成モデルの誘導と, それを用いた解析によって沈下機構の解明を試みたものである。そこで, 粘土構造の攪乱による劣化現象を一つの軟化現象と捉え, 筆者らがすでに提案してきた正規圧密粘性土の弾-粘塑性構成モデルの降伏関数に, この劣化を表わす軟化パラメータを導入することで, 新たな構成モデルを提案した。ついで, 実トンネルの後続沈下挙動を計測結果に基づき詳細に検討するとともに本構成モデルを用いた有限要素解析でその沈下挙動をよく説明できることを確認した。

キーワード: シールドトンネル, 地山攪乱, 後続沈下, 弾-粘塑性構成式, 有限要素解析

90077

足立紀尚・木村 亮・山口直宏・長田文博

土砂地山における双設トンネル掘削時の挙動

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 183-192頁。

これまで、かぶりの小さい土砂地山に単断面トンネルを掘削する際の地山挙動を中心として研究を実施してきたが、土砂地山に双設トンネルを建設する場合もあり、トンネル間の相互作用の確かな把握も解明を要する課題の一つである。本研究では、既設トンネルに隣接して新たにトンネル掘削を行ったときの、トンネル横断方向の地山の変位挙動およびトンネル覆工に作用する土圧に着目して、アルミ棒積層体により地山をモデル化したトンネル掘削シミュレーション実験を行った。本研究の立場は、いくつかの要因を取り除いて単純化したモデル実験より、基礎的な現象を把握し、その結果を解析に反映させ、トンネル掘削工事における設計規範の確立を旨とすることである。モデル実験の結果、双設トンネル間の相互作用はトンネル間距離(B)ばかりではなく、土かぶり(Z)にも影響を受け、 Z/B をパラメータにすると現象をよく把握できることを示した。

キーワード： 双設トンネル, トンネル間の相互作用, 模型実験, 土砂地山

90078

Toshihisa Adachi and Keisuke Kojima

Estimation of Design Parameters for Earth Tunnels

Proc. of 12th Int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 2, 1989, pp. 771-774.

かぶりの小さい土砂山トンネルの設計・施工を適切に行なうためには、トンネル掘削による周辺地山の挙動を的確に把握するとともにその挙動を正確に記述できる解析法を確立する必要がある。この目的で、室内実験を行い砂質地山トンネルでは不連続的変形挙動が生じることを明らかにし、その挙動解析にはジョイント要素解析が適することを示した。しかしながら、解析に inputs する地山定数を正しく求めることが重要な課題である。本論文では、砂質地山を弾性連続体要素とジョイント要素から成ると仮定し、要素それぞれの材料定数、すなわちヤング率、ポアソン比、ジョイント剛性およびジョイントせん断強度を、現場計測変位量から逆解析によって求める方法を確立した。とくに、ジョイント要素には初期せん断剛性とせん断強度をパラメータとする双曲線型の構成モデルを適用することで逆解析を可能とした。また、本手法を実トンネルに適用して、その有効性を確認した。

キーワード： 土砂山トンネル, 不連続変位, ジョイント要素, 逆解析

90079

小嶋啓介・足立紀尚・荒井克彦

砂質地山トンネルの掘削に伴う地盤物性定数の逆解析

土木学会論文集, 406号III-11, 1989年, 167-174頁。

地盤調査の結果には種々の不確実な要因が含まれるから、土構造物の設計による想定と実態とには差異の生じることが多い。このギャップを埋め、安全な施工を行なうため、現場計測情報に基づき地盤物性定数を修正して設計・施工法の変更を図る現場計測工法を用いるが、現場計測情報を活用するには、地盤力学に立脚した地盤物性定数逆解析法の開発が必要である。本論文は、砂質地山トンネルを対象に、現場計測情報により地山の变形・強度特性を表わす物性定数を推定し、地山の变形挙動の予測と破壊に対する安全管理を行なうことのできる逆解析法を、地山材料に非線形構成モデルを適用して開発したものである。すなわち、砂質地山にトンネルを掘削する際、すべり面により不連続的変形挙動が生じるが、この挙動を記述するため、双曲線型の構成モデルをジョイント要素に適用した解析の逆解析法を開発し、実トンネル問題に適用して、その有効性を確認した。

キーワード： 逆解析, 現場計測, トンネル, FEM, ジョイント要素

90080

佐々恭二

地すべりの発生と運動のメカニズム

地すべり・斜面災害を防ぐために, 山海堂, 1990年, 3-100頁。

地すべり・斜面崩壊などの災害を防ぐためには、防災対策に携わる行政担当者、技術者、地域開発に携わる会社、公社、そして実際に被害を受けるかもしれない住民が、地すべり・斜面崩壊の発生メカニズムと運動メカニズムについて十分な知識を持つことが極めて重要である。この著書は地すべりの発生メカニズムについて分りやすく述べると共に、佐々が提案している地すべりの力学的メカニズムに基づく分類、地すべりの運動のメカニズムとしての「そりモデル」と「改良そりモデル」およびコンピューターを用いた「シミュレーションモデル」、さらにこれらの地すべりの運動モデルに必要な地すべり運動時のマサツ角を測定するために開発したリングせん断試験機とその試験結果を紹介したものである。

キーワード： 地すべり, 斜面崩壊, 予測, 土質試験, ハザードマッピング

90081

佐々恭二・福岡 浩・島 通保

高速高圧リングせん断試験機の開発と地すべりにおける急速載荷時のせん断強度変化
 京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 165-182頁。

地すべりの運動予測のためには, 地すべり運動中に運動土塊の底面で発揮されるせん断抵抗を知ることがもっとも重要である。佐々は1984年に土石流を研究対象としたガラスビーズや砂用の低圧 ($0 \sim 0.4 \text{ kgf/cm}^2$) の高速リングせん断試験機を開発したが, これをもとに今回, 粘性土など細粒の地すべりの土を対象にした高圧の高速リングせん断試験機を開発した。そして, この試験機を用いて地すべり土塊の進行時に地盤内で発揮されるせん断強度を調べるために, 飽和した地附山地すべりの土および飽和した伝上川の溪床堆積物 (御岳大崩壊の土塊が流下した) を試験機に入れ, 圧密後, 連続的にせん断強度を測定しつつ運動土塊による地盤の急速載荷に相当する急激な垂直応力変化を与えた。その結果, 両方の試料とも飽和に近い状態で急速載荷を受ければ, 発生する過剰間ゲキ水圧のために運動時のみかけのマサツ角は極めて低くなることが実証された。

キーワード: 地すべり, せん断強度, 間ゲキ水圧, ハザードマッピング

90082

Christophe Vibert, Kyoji Sassa and Hiroshi Fukuoka

Friction Characteristics of Granular Soils Subjected to High Speed Shearing

Proc. of the Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 295-300.

地すべり・斜面崩壊の運動中のマサツ抵抗の特性を調べることは, 地すべり・斜面崩壊の移動距離, 運動範囲を推定し, ハザードマッピングを作成するために極めて重要である。本研究では, 新しく佐々によって開発された高速高圧リングせん断試験機を用いて, ガラスビーズ, 溪床堆積物, 地すべりの粘性土についてマサツ特性を調べた。一定のせん断速度の下で, 垂直応力を徐々に $0 \sim 4 \text{ kgf/cm}^2$ の間で変化させて, その試料の内部マサツ角を求め, つづいて速度を変化させて再び内部マサツ角を測定することをくり返した。その結果, 1 mm のガラスビーズでは $0.01 \sim 100 \text{ cm/sec}$ のせん断速度のうち, 高速の時にマサツ角が小さくなり, 逆に溪床堆積物と地すべりの粘性土ではマサツ角が増大した。せん断ゾーンの粒子の試験前後の粒度分布の変化から, せん断中の粒子破碎の有無と形状変化および粒子配列の変化がその原因であると推定された。

キーワード: 地すべり, 斜面崩壊, せん断, ハザードマッピング

90083

Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka and Christophe Vibert

A New High-Speed High-Stress Ring Shear Apparatus and the Undrained Shear Strength During Motion

Proc. of the Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 93-97.

地すべりの運動予測のためには、地すべり運動中に運動土塊の底面で発揮される運動時のせん断抵抗を知ることがもっとも重要である。佐々は地すべりの土の運動時のせん断抵抗力を測定するために、大きな地すべりの垂直応力に対応する 4 kgf/cm^2 までの垂直応力が載荷でき、 $0.001 \text{ cm/sec} \sim 100 \text{ cm/sec}$ までせん断速度を変化させることができ、かつせん断状況が側面のアクリル製の窓を通して観察できる高速高圧リングせん断試験機を製作した。そしてこの試験機を用いて地すべり運動土塊が飽和した地盤の上に乗る時に発生する過剰間ゲキ水圧によってせん断強度がどの程度低下するか調べた。用いた試料は長野市地附山地すべりの土と御岳大崩壊の土塊が流下した伝上川の溪床堆積物である。試験の結果、どちらの試料もほぼ飽和した状態で運動土塊による急速載荷を受けると、マサツ係数が $1/5 \sim 1/10$ まで低下することが実証された。

キーワード： 地すべり，間ゲキ水圧，ハザードマッピング，せん断

90084

福岡 浩・佐々恭二・Christophe Vibert・島 通保

高速高圧リングせん断試験機による地附山地すべり・御岳大崩壊の土質特性

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，183-195頁。

地すべり・斜面崩壊のハザードマップを作成するためには土の運動時のせん断特性，特に内部マサツ角が極めて重要である。本研究では新らしく佐々が開発した高速高圧リングせん断試験機を用いて，ガラスビーズ，御岳大崩壊の通過した溪床堆積物，地附山地すべりの土について，一定のせん断速度で垂直応力 $0 \sim 4 \text{ kgf/cm}^2$ でリングせん断試験を行なった。主な試験結果として 1) ガラスビーズ以外ではせん断による粒子破碎が起こった。地附山地すべりの土では粗大粒子がせん断面近傍から外へ移動していた。2) 飽和試料と不飽和試料で御岳の土ではマサツ角にほぼ変化はないが，地附山の土ではマサツ角は飽和の場合小さく，不飽和の場合大きくなった。また透水係数が小さいために過剰間ゲキ水圧が発散するのに約16時間かかった。3) せん断速度によるマサツ角の変化はガラスビーズではないが，御岳と地附山の土では速度が大きくなるとマサツ角も増大する傾向を示した。

キーワード： 地すべり，斜面崩壊，せん断，ハザードマッピング，マサツ係数

90085

末 峯 章

地すべりの自動観測システムにおける 2, 3 の問題

地すべり, 26巻1号, 1989年, 26-30頁。

地すべり地における自動観測システムにおける問題点について述べている。現在主流であるデジタル観測では、測定された値が現実の最大値・最小値でない可能性が高く、地すべりの安全率の算定、ならびに対策工事の効果判定に重要な問題となる可能性を指摘している。続いて各観測計器ごとの問題について述べている。パイプ歪計では、ゲージの防水の劣化か通信ケーブルの劣化等の原因による見掛上の変化が見られるので、常に何らかの他の方法によるチェックが必要であることを指摘している。伸縮計・地下水位計では、アンプのゼロドリフトのチェックが必要であることを述べている。又、設置の方法による見掛上のノイズの除去についても述べている。そして、全体的に雷対策の重要性と、自動化しても、年に数回程度は現地の地表面を歩いて、現状がどのようになっているか見廻りの重要性を指摘している。

キーワード： 地すべり, 計測, 伸縮計

90086

Atsuo Takeuchi, Yoshiro Ito, Masahiro Nagumo, Azuma Shibata and Yoshiaki Wakayama

On the Meaning of Observation of SP in Landslide Areas

Proc. The Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 121-126.

地すべり活動による被害を最小限にとどめるためには、土塊活動が始まる前にそれを予知し、避難系統を確立する必要がある。又土塊変動を防止するためにはその活動に最も大きな影響力を持つ地下水の存在状態を正確に把握する必要がある。これらの問題を解決する手掛りを得るために、我々は自然電位法を適用して見た。上の方法を地すべり調査に適用する場合、我々が得ようとしている情報が簡単に検出できるような大きさを持っているかどうかである。実験室及び野外で実験を行ったところ、良好な結果を得ることができた。この結果に基づいた前述の問題について検討したところ下記のことが明らかにされた。①自然電位は土塊変動が始まるよりも2, 3時間から数日前に変化しはじめる。②NaCl 溶液の流動によって生じる電位変化を把えることにより、地下水流脈の存在場所と相対的な浸透速度に関する有益な情報を得ることができる。

キーワード： 地下水調査, 自然電位, 地すべり予知

90087

Yoshiro Ito, Azuma Shibata, Masahiro Nagumo, Atsuo Takeuchi, Yasuharu Yamabe and Shinobu Kumagai

Ground Electric Current and Landslide

Proc. The Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 35-38.

土地電流をその発生原因により分類した。地すべりに関係する土地電流はその分類のうちの自然電流であり、流動電位やクラックの発生によるものである。ここでは土中の水分移動；地下水流動、クラックに関する電位測定結果についてのべた。①流動電位：水が地表、地下を流動すると流動電位が発生する。地すべり地にある溪流の岸に硫酸銅電極を設置し、測定をしたところ、上流に高電位、下流に低電位が発生することが示された。②クラック：地すべり地の土管工のクラックを挟んで電極を設置したところ、クラックの部分で電位勾配曲線は凹となることが示された。③地下水流動：地すべり地において水平方向と垂直方向に電極を設置し、観測したところ、地下水流脈の直上では土中水は上向きに地表面に向かって移動していること、水流脈の近くでは土中水は下向き、土中に吸い込まれる向きに動いていることが示された。

キーワード： 地下水調査、自然電位法、流動電位、地すべり

90088

竹内篤雄・上田敏雄

「多点温度検層器」による地下水流動層の把握とその適用例

第34回土質工学シンポジウム「21世紀の土質工学を考える」1989年、325-332頁。

「水ミチ」の存在個所を的確に把握する手法として、平面的には1 m 深地温測定調査によって、又「水ミチ」の垂直方向に関する情報は温度検層又は示差温度検層によって各々得て来た。ただ、この中で垂直方向における「水ミチ」の存在深度とその数について定量的に把握しようとするいくつかの問題点があった。その原因は孔内温度を乱してその温度変化から流動温度と相対的浸透速度を検討しようとする場合、センサーの降下速度に伴う時間差による温度変化のために正確な情報が得にくかった。そこで我々は孔内温度をほぼ同時に測定できる「多点温度検層器」を新たに開発し、種々の地質条件下で試行した。その結果、流動層の存在深度とその厚さ及び相動的な浸透速度について、これまでの温度検層にはない有益な情報が得られることが示された。今後は浸透速度の定量的把握について検討して行く予定である。

キーワード： 地下水、計測、温度検層、流動層、亀裂水

90089

吉岡龍馬・真嶋清隆・小泉尚嗣

長野県地附山地すべりにおける天然水の化学成分および同位体組成について

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1988年, 153-165頁。

1985年7月26日, 長野市地附山で大規模な地すべりが発生した。本地すべり発生直後とその1年後における地すべり地内外の地下水の水質を比較検討した結果, 地すべり地内の地下水の全溶存物質濃度は, 地すべり地外のそれより高く, 地すべり発生直後の水質は Na-HCO_3 型であったが, その1年後には Na-SO_4 型と大きく変化していた。また水質パターンの分布状況は地質構造に大きく依存し, 大部分の地下水は, Na -モンモリロナイトと平衡状態にあった。そして, 地すべり地末端部の水抜き用横ボーリング孔は, δD と $\delta^{18}\text{O}$ 値からみると, 地すべり地内の深部地下水を排出していなかったが, 集水井の排水効果は, トリチウム濃度から, 高かったと推定された。さらに, 本地すべり地の地下水の水質形成機構についても言及している。

キーワード: 地すべり, 化学成分, 同位体, 地下水, 平衡

90090

富野孝生・吉岡龍馬

びわ湖流入河川水における窒素および磷栄養塩の季節変化

三重大学環境科学研究紀要, 12号, 1988年, 3-11頁。

びわ湖へ流入する9河川(相模川, 野洲川, 日野川, 愛知川, 芹川, 天野川, 姉川, 高時川, 安曇川) 水中の N および P の特徴を明らかにする目的で, 1978年7月から1980年6月の期間, 毎週採水し, NO_2^- - N , NO_3^- - N , NH_4^+ - N および PO_4^{3-} - P を測定した。水質汚濁の指標として, $(\text{NO}_2^-$ - $\text{N} + \text{NO}_3^-$ - $\text{N} + \text{NH}_4^+$ - $\text{N}) / \text{PO}_4^{3-}$ - P (以下 TN/P) 値を算出し, 棄却検定を行った。各河川の TN/P の年間平均値は, 10~100の範囲を示したが, 多くの河川で春から夏にかけて, この値は著しく減少していた。また TN/P の年間平均値は天然林, 植林地, 農耕地, 市街地などの環境に強く依存していた。 $\text{TN/P} = 30$, PO_4^{3-} - $\text{P} = 30 \mu\text{g/l}$ の値を境にして, PO_4^{3-} - P 濃度の高い P 依存型群と, その濃度が低く TN/P が大きい TN 依存型群とに分けられ, 河川水中の TN/P 値は, 人為型 N , P 流入や山間地型 N , P 流入の状況を判定するのに重要な指標となることが判明した。

キーワード: びわ湖, 河川水, 窒素, 磷, 季節変化

90091

吉岡龍馬・北岡豪一・神山孝吉

地熱変質地帯における地すべり地の地下水の化学および同位体組成の変動——別府市乙原地すべり——

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 211-227頁。

別府市乙原地区の地熱変質帯において、地すべり対策の一環として掘られた水位観測用井戸及び水抜き用の横孔を利用して、井戸水位、湧水流量、水質、同位体比などを測定し、次のような結果を得た：①E. C. の測定より地すべり地内の化学成分濃度の高い水と低い水との2種類が存在すること、②トリチウム濃度から本地区周辺には滞留時間の短い地下水と比較的長い地下水の2種類が存在すること、③地すべり地内の鉛直孔水の化学成分濃度の変動には地下水面の変化に大きく依存するものが存在すること、④地すべり地及びその周辺の水はモンモリロナイトと平衡状態にあり、 P_{CO_2} が 10^{-1} atm 以下の水は方解石に関して飽和あるいは過飽和状態にあること、⑤水素及び酸素の安定同位体比から本地区とその周辺の水には高温泉あるいは熱水の混入はないこと。また本地区の地下水の化学組成を規定している機構についても論じている。

キーワード： 地熱変質帯, 地すべり, 地下水, 化学成分, 同位体, 平衡

90092

Ryuma Yoshioka

A long-term geochemical research on CO_2 -bearing ground-waters in the Rokko mountains, Japan

Geochemistry of gaseous elements and compounds, 1990, pp. 369-387.

CO_2 を含む地下水と花崗岩との相互作用を検討するために、六甲山系の3地域(4地点)の地下水中の主成分の分析を、毎週または毎月1回行うとともに、適宜トリチウムや水素及び酸素の安定同位体比の測定も実施した。ある地下水の HCO_3^- と Cl^- 濃度は時間とともに増加し、ある地下水にはイオン交換反応が卓越していることが観測された。これらの観測地点の地下水の水質形成には、六甲山系及びその周辺の地殻変動の影響が顕著であることが示唆された。また地下水中のトリチウム濃度から平均滞留時間を数年であること、降水と地下水の水素及び酸素の安定同位体比から、これらの地下水には深部起源の水の混入は考えられないことなどが判明した。

キーワード： 花崗岩, 二酸化炭素, 地下水, 水質, 同位体組成

90093

諏訪 浩・真中朋久・稲庭 篤

焼岳上々堀沢における土石流の発生と規模の検討

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 229-247頁。

焼岳上々堀沢の土石流発生域の溪床において, 土石流発生時の降雨, 浸透, 表面流という水の挙動を観測したところ, この沢では先行降雨によって溪床堆積土層の含水率が十分に上昇していれば, 溪床のごく表層を除いて堆積層が不飽和であっても, 大流量の表面流が出現して土石流が発生することがあることを明らかにした。また, 強雨によってフロントを有する表面流が急出水となって出現する様子を観測したが, このような出水が土石流の発生をいっそう促進することが推定された。つぎに, 既往の観測データから, 土石流の規模と降雨流出条件との関係を調べたところ, 土石流の大流量継続時間程度の短時間に降雨流出で発生域へ集中する水量が土石流の総流出量を決めていることと, 土石流の総流出量とピーク流量との間には正の高い相関が認められることを明らかにした。また, 溪床堆積物の透水性の季節変化や経年変化が土石流の発生条件を左右していることを示した。

キーワード: 土石流, 降雨流出, 急出水, 溪床堆積物, 浸透

90094

Hiroshi Suwa

Field Observation of Debris Flow

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, Kyoto, 1989, pp. 343-352.

焼岳上々堀沢において実施してきた土石流観測の方法と成果について, 他の観測地と対比して報告した。土石流発生域の溪床における水の挙動の観測の結果, 溪床堆積物の含水率が十分に上昇していれば, 堆積物が全層にわたって水で飽和していなくても, 大流量の表面流が現れて土石流が発生することがあることを明らかにした。土石流の流動特性として, 先端流速, 岩屑材料の粒径分布や流動物の密度, 石礫の先端集積, 流れの水理特性やレオロジー特性を取り上げ, それぞれの計測データの詳細を示し, 物理的な意味を検討した。土石流の多くは最終的に扇状地に集合堆積するが, それに至る減速過程では, 粒径の大きなものから停止してゆくという各個堆積を伴う。土石流の流走方向は扇頂溝の形状に支配され, 数年毎に大きく変化して, 土石の堆積地が扇状地の上を様々に移動するため, 文字どおり扇状の地形が発達してゆく。10年にわたる堆積過程の実態の観測結果を示した。

キーワード: 土石流, 発生, 流動, 堆積, 扇状地

90095

板倉安正・諏訪 浩・竹内雅浩

空間フィルタ速度計測法による土石流表面速度の測定

計測自動制御学会論文集, 25巻4号, 1989年, 504-506頁。

空間フィルタ速度センサによる流速測定の原理を説明し、焼岳上々堀沢における土石流観測で得られた7年にわたる土石流表面流速の測定データの解析結果を報告した。この速度センサのデータ解析には対物距離の補正を必要とするが、センサの光軸を流れの方向と直交させて設置するため、斜交させて測定しなければならない他のタイプの速度センサと異なり、測定点を固定できるという長所と、光学系を調節することによって測定視野の大きさを自由に選べるという利点とがある。また、出力信号は電気信号として記録されるが、測定量の非定常性が大きいことを考慮して最大エントロピー法によってスペクトル解析を行ったところ、流速変動を精度よく求めることができた。そしてMEM（最大エントロピー法）の解析次数として10を選ぶと出力信号の中心周波数の時間変化を最もよく表現できることを明らかにした。

キーワード： 土石流, 流速測定, 空間フィルタ, スペクトル解析, 最大エントロピー法

90096

Yasumasa Itakura and Hiroshi Suwa

Measurement of Surface Velocity of Debris Flows by Spatial Filtering Velocimetry

Proc. of the Japan-China Symposium on Landslides and Debris Flows, 1989, pp. 199-203.

空間フィルタ速度センサの原理、機能の検討結果および焼岳上々堀沢でこのセンサを用いた11年にわたる計測で得られた土石流の表面流速データの解析結果について報告した。まず、流動中の土石流の表面の運動パターンをシミュレートする映像をコンピュータで発生させ、この映像を用いて空間フィルタ速度センサの機能を検定した。ここで、短時間の出力信号について周波数解析を行う必要があるため、最大エントロピー法（MEM）を用いたが、MEMの測定次数を10とした場合に出力信号の中心周波数を最もよく検出でき、この時、測定誤差を1%未満に抑えることができることを明らかにした。また、このセンサによる実際の土石流表面流速の測定結果は、それぞれの流れによって異なる流速変化の特徴と、乱れの有無をよく表すことを示した。

キーワード： 土石流, 表面流速, 空間フィルタ, 周波数解析, MEM 法

90097

Takashi Fujita, Hiroshi Suwa and Setsuo Okuda**Mass Movement**

Trans. Japanese Geomorphological Union, Vol. 10-A, 1989, pp. 23-34.

日本におけるマスマーブメント、とくに地すべりと土石流に関する最近10年間に発表された研究論文のレビューを行い、さらに将来への展望を試みた。地すべりについては、素因の研究が地質構造規制や新生代堆積物の二次的すべりの面から検討され、リモートセンシングや新しい地形解析手法の発達と相まって効果的に進められた。誘因については地中水の流動や地震の作用を考慮しつつ、そのメカニズムの解明に迫る面で研究が進んでいる。土石流に関する研究の進展はとくにめざましく、観測による実態の解明が進み、発生や流動のメカニズムが明らかにされ、模型実験や数値シミュレーションで災害対策の研究が強力に進められた。また、国の内外で発生した規模の大きな土石流災害の徹底した調査はこの種の現象の理解を大いに深めることとなった。また、歴史資料の分析と現地調査を組み合わせ、歴史的な大規模マスマーブメントの再検討が進められたことも特筆される。

キーワード： マスマーブメント、地すべり、土石流

90098

平野昌繁・石井孝行

土砂移動現象における土塊横断形状の地形学的意義

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 197-209頁。

土砂運動に関与する土塊は一般に3次元的形態をもつが、従来の安定解析は運動土塊の縦断形状を対象としている。しかし現実に発生している地すべりの中には、細長い平面形を持ちその縦断形状も円弧とは言い難く、むしろ横断形状が円弧ないし楕円で近似できる事例がある。このような事例に対しては、縦断方向に一様性が保たれているような横断2次元問題として近似的に扱うことができる。その場合に最も不安定となる形状は、土塊横断面積を拘束条件とする等周問題の解として変分法で求められる。その形状は摩擦力のみが作用する時は板状、粘着力のみが作用する時には円弧となり、両者が作用する場合は楕円状となる。その形態は土塊に作用する最大摩擦力と粘着力の比によって決定される。このように横断2次元問題を考えることによって土塊の安定解析について新しい手法を導入することが可能となるが、若干の事例についてその適用を試みた。

キーワード： 地すべり、安定解析、変分法、横断2次元問題

90099

平野昌繁・大森博雄

土砂移動現象における規模・頻度分布特性とその地形学的意義

地形, 10巻2号, 1989年, 95-111頁。

土砂移動現象において、大規模なものの発生数は少なく、小規模なものの発生数が多いことは一般に知られている。この場合に崩壊地または堆積域の面積 A の対数を以ってマグニチュード X とすれば、発生数 N と X の間に関係、 $\log_{10} N = a - bX = a - b \log_{10} A$ が成り立つ。ここで a と b は定数であるが、このうちの a は誘因の強度を反映し、 b は風化層の厚さに代表される地下構造を反映する。瀬戸内の花崗岩山地の表層崩壊では $b > 1$ で小規模なものが面積的にも有効であり、それに対して西南日本外帯の積成岩地域では $b < 1$ で大規模なものの影響が大きい。このような規模頻度分布関係は、地震に関するグーテンベルグ・リヒターの式と同一であるが、地震と崩壊は地殻物質の破壊現象としての共通性を有し、変動帯において開放される位置のエネルギーという観点から、地震現象と比較検討を加えることが可能である。

キーワード： 地形学, 斜面崩壊, 規模頻度分布, 地域特性

90100

平野昌繁

地質構造解析のためのラプラス法の原理

地質学雑誌, 96巻3号, 1990年, 211-222頁。

地層の形成年代 T は3次元のスカラー場を作り、層理面は T の等値面として定義される。したがって、その走向傾斜は T の偏導関数を用いて表現される。このような T がラプラス方程式を満たすものと仮定し、その境界値問題として地質構造を決定する手法をラプラス法とよぶ。解を求めるためには一点において基準層序（時間と空間の変換尺度）が確立している必要がある。このとき基本解（変数分離された調和関数）に含まれるフーリエ係数を、地表における層準あるいは走向傾斜の測定値にもとづき、最小2乗法で決定することができる。この手法は従来のバスク図法とちがって、3次元問題へも容易に拡張される。また、滑らかな連続関数近似のため、断層あるいは不整合など、層準あるいは走向傾斜が不連続となる部分で適合度が悪くなるが、それはむしろ予知能力として評価される。測定データとの適合性を高めるためには、適合関数を補助的に用いればよい。

キーワード： 地質図学, 地質構造, ラプラス方程式, 境界値問題

90101

奥西一夫・吉田稔男・斉藤隆志

石田川上流部の水文地形学的特性（その4）

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，249-258頁。

釜ヶ谷試験流域内の0次谷のうち，地形的に広く浅く，谷底に湧水があるものを対象に水文地形学的解析をおこなった。地盤調査によると表土は崩積土で角礫と粘土質のマトリックスより成る。その下は破碎された基岩で，内部には地下水が形成されているようである。湧水は崩積土中のマトリックスが洗い出されてできた水みちを通じて涵養されている。

水収支解析から，この湧水はこの0次谷の約10分の1の部分で涵養されていることがわかった。蒸発散に重点をおいた流出解析から，涵養域の大部分では不飽和土壤水から蒸発散が生じているが，湧水の近くでは湧水につながる飽和流から蒸発散していることがわかった。釜ヶ谷の多くの0次谷とは異なり，この0次谷では表土層が成帯していないので表層崩壊を引き起すような中間流は発生しないが，表土層の全層を崩壊させるやや大規模な崩壊が小さい頻度で起っているものと考えられる。

キーワード： 水文地形学，斜面，斜面崩壊，地盤，水文解析，システム

90102

Kazuo Okunishi

Slopes and Their Processes

Transactions, Japanese geomorphological Union, Vol. 10-A, 1989, pp. 13-22.

日本における斜面地形学の最近10年間における進歩を概観した。日本のような変動帯の山地斜面における地形形成論は地殻運動論と密接に関連している。また火山地域では特異なマスマーブメントが解析されている。地形の記述的研究においてはシステム論的傾向が強まっている。斜面プロセスの解析においては水文地形学的な取扱いが多くなっているが，それは水文過程と地形変化過程の同時進行およびそれらの間の相互作用という2種類の取扱いに分けられる。そのほか，大規模な地形変化とそれによって引き起される一連の小規模な地形変化の研究も進展している。現在の地形の成因を説明するような長い時間スケールにおける地形変化の解析と現在生じている土砂移動から評価されるような短い時間スケールにおける地形変化の解析の間にはまだ大きなギャップがあるが，そのギャップは急速に埋められつつある。

キーワード： 斜面地形，侵食，斜面水文学，地形変化，土砂流出

90103

芦 田 和 男

1988年7月島根・広島豪雨災害の調査研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 A, 1989年, 1-19頁。

1988年7月に島根県浜田市, 三隅町, 広島県加計町を中心として集中豪雨災害が発生した。これらの地域は過去においてもしばしば梅雨末期の集中豪雨によって被害を受けている。

本論文は, このように繰り返し発生する集中豪雨災害の特性や発生機構ならびに防災対策のあり方を究明したものである。

まず, 上述の集中豪雨の概況と特性, 被害の概況について述べている。ついで, 災害資料を用いて, 洪水氾濫に関する検討, 河道災害の特性の分析, 崩壊発生の限界降雨条件と崩壊分布の検討, 土石流の実態の分析と発生危険度の予測法, 崩壊に伴う危険範囲の推定法に関して検討を行ない有用な知見を明らかにしている。最後に, 防災対策に関して考察し, 防災施設整備水準の向上, 避難, 予警報システムの整備および土地利用の適性化の重要性について提言を行っている。

キーワード: 集中豪雨, 洪水災害, 土砂災害

90104

Kazuo Ashida and Bingyi Liu

Mechanism of Suspended Sediment Transportation in a Straight Channel with Flood Plain

Proc. of the Fourth International Symposium on River Sedimentation, Vol. 1, 1989, pp. 458-465.

高水敷側の低速流と低水路側の高速流の混合による横断方向の強い拡散現象は複断面流れの顕著な特徴である。これに伴い低水路に流れていた浮遊砂やウォッシュロードが高水敷に輸送され, 堆積する。高水敷の維持管理上, または洪水時の流水の挙動を把握する上で, この堆積量を計算する手法を確立することは重要である。そこで, 本研究で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・理論的検討を行なった。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。ついで, 拡散方程式より数値解析を行なった。そのモデルの妥当性は, 濃度分布や堆積量について解析した結果と実験結果との比較より検証された。

キーワード: 複断面流れ, 流速分布, 浮遊砂, 拡散

90105

芦田和男・江頭進治・里深好文

床止めの侵食制御機構に関する研究

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，503-515頁。

本論文は床止めによる土砂の侵食制御機構に関し，水路実験と数値解析により検討を行ったものである。水みちを形成する侵食現象においては，縦侵食と横侵食に分けられる。水通し部を持つ床止めを土砂堆積域に設けると，縦侵食のみならず，横侵食も抑制される。水通し部をもつ床止めの下流には非侵食領域が形成され，上流部にはせき上げによる河床位の上昇がおこるために，土砂の侵食が制御される。また流出土砂のピークを軽減する効果も認められた。床止めの侵食制御機能をより一般的に評価するために，水通し部を持つ複数の床止めが設置された土砂堆積域における，水みち形成を伴う侵食過程を表現し得る一次元河床変動シミュレーションモデルを構築し，水路実験への適用を通してそのモデルの妥当性の検証を行った。水路実験と数値解析の結果から，土砂の侵食率に対する床止めの設置間隔および水通し幅の影響について評価する事ができた。

キーワード： 床止め，侵食制御機構，水みち，流出土砂，数値解析

90106

芦田和男・江頭進治・劉 炳義

複断面蛇行流の水利特性に関する研究

水工学論文集，34巻，1990年，397-402頁。

本研究では，主として二つのことについて論じた。まず，詳細な実験データに基づいて，複断面蛇行流の特性について検討した。ついで，エネルギー方程式を導き，それに基づいて複断面河道における流れの抵抗則に関する計算法を提案した。前者に関しては，(1)高水敷流と低水路流との相互作用のため，“高水敷流の蛇行化”と“低水路流の直線化”が顕著に現われていること，(2)一つのある断面に三つのらせん流が形成され，これらが流下に伴い合体・分裂，あるいは発達・消滅を繰り返しているなどの特徴が明らかにされた。後者については，本計算法より，(1)水位が上昇して，高水敷をわずかに上回る時，全断面の流量が低水路満杯時の流量より減少する；(2)単断面の場合と比べ，低水路の流量が減少し，高水敷の流量が増加している；(3)単断面の流れより流水抵抗力が大きいという諸特徴を再現できた。また，高水敷の粗度が低水路のものより大きいほど，河道の疏通能力の低下が大きい。

キーワード： 複断面流れ，蛇行流，流速分布，抵抗則

90107

芦田和男・江頭進治・劉 炳義・滝口将志

蛇行低水路を有する複断面流路における流れの特性と河床変動機構

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 527-551頁。

蛇行低水路を有する複断面流路の流れは、高水敷流と低水路流との相互作用や境界形状の影響を強く受ける。そのため、主流、二次流およびらせん流は、複断面直線流路や単断面蛇行流路のそれらと非常に異なった特性を示す。それに関連して複断面蛇行低水路の河床変動も単断面の場合と違う様相を呈する。本論文は、複断面蛇行流と単断面蛇行流の相違点に着目し、流れと河床変動の特性について論ずるものである。まず、複断面蛇行水路において、平坦床および平衡河床上の流速および流向について詳細な測定を行った。これらのデータに基づいて、複断面蛇行流の主流速分布、二次流速分布およびらせん流分布の特性について検討した。ついで、平衡河床形状あるいは、それに至る過程について検討するとともに単断面流と複断面流の流れとの関連において考察した。

キーワード： 複断面流れ, 河床変動, 蛇行流路, 流速分布, 平衡河床形状

90108

芦田和男・江頭進治・高村裕平

移動床のアーマリング機構に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 517-526頁。

河床材料の移動状態にかかわらず、河床表面は粗粒化し、その下層は細粒化することが知られている。本研究は、その機構について検討したものである。得られた主要な成果は次のようである。(1)粒子の選択輸送と垂直移動の概念を導入して導いた河床材料の粒度分布式を種々条件下で解析し、式の特性を明らかにした。(2)従来の交換層を用いた粒度分布式と本研究のものとを比較し、本式の有効性を示した。(3)定常給水、給砂なしの条件で水路実験を行い、流砂量、流砂の粒度分布および河床材料の粒度分布に関するデータを得るとともに、従来の方法と本研究の方法の適用を図った。その結果、選択輸送モデルでは説明のできない下層の細粒化現象も適切に評価できることが判明した。(4)本モデルによれば、実河川、とくに山地河川においてみられる河床表層の粗粒化現象を合理的に説明できる。

キーワード： 移動床, 粗粒化, 選択輸送, 交換層, 山地河川

90109

Kazuo Ashida, Kenji Sawai and Chjeng-Lun Shieh**Experimental Study on the Process of Delta Formation in an Estuary**

Proc. of 4th International Symposium on River Sedimentation, Vol. 2, 1989, pp. 787-794.

本研究は、河口部におけるデルタの形成過程を実験的に究明したものである。実験には直線水路部を長方形水槽部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を行うとともに、水槽部の片側から沿岸流を与えてその影響をも検討した。

デルタの形成過程は、流路の発達段階によって大きく3つのステージに分けられ、各ステージにおいてデルタの平面形状の変化特性が異なっている。すなわち、デルタの発達の初期段階では流路が存在せず、流れが2次的に広がるが、デルタが発達すると、流路が形成されて流れは著しく集中する。また、初期の間は沿岸流の影響が強く現れるが、段丘が発達するにつれてその影響は弱められる。さらに、デルタの発達過程では、掃流砂の堆積域と浮遊砂の堆積域とで顕著な分級の生じることも明らかにされた。

これらの過程を水理学的に予測するには、各ステージに応じたモデル化が必要である。

キーワード： 三角州（デルタ）、河口域、流路変動、水理実験

90110

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(3)——三角州の発達・変動過程のシミュレーション——

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 553-570頁。

本論文は、前報までに述べてきた、二次元水域における砂州の発達・変動過程に関する実験結果をもとに、その定式化を図り、水理学的に予測する方法を検討したものである。

河川流出土砂による三角州の発達過程は、幅があまり広がらずに流下方向に延びていく Stage 1, 流下方向への前進が停止して側方への拡大が進行する Stage 2, および多少の変動はしながらも比較的砂州の未発達の方向を伸長させながら、長い時間スケールで見るとほぼ相似形を保って拡大する Stage 3 に区分される。

流路が発生する前の過程である Stage 1 と Stage 2 は、二次元浅水流モデルに基づく二次元河床変動解析により、比較的精度よく予測することができた。

流路が形成させた Stage 3 に対しては、流路の方向の時間変化を与えた上で、一次元河床変動解析を適用することにより、現象を追算することができた。

キーワード： 三角州（デルタ）、河口域、シミュレーション

90111

芦田和男・沢田豊明

山地流域における出水と土砂流出(18)

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 471-486頁。

本文において、土砂生産とその流出の実態に関する観測・調査結果の検討が行われた。土砂生産について、裸地斜面の侵食では凍上・融解が直接的・間接的にも大きな役割を演じている。その他、降雨による土砂の移動では、表面流の発生によらないものがある。さらに、降雨による土砂の移動において、有効降雨強度が存在している。ガリ壁面の侵食については、外力として凍上・融解が大きな役割を演じていること、場の特性として粒径分布の範囲が広いことが侵食を促進させていることを明らかにした。土砂流出については、ヒル谷支川の溪岸・河床侵食、ヒル谷本川の河道のプールの流砂特性を支配していることについて検討した。土石流については、発生降雨条件として降雨強度が支配的であり、その傾向は従来のものと同様であった。土石流発生域の河床における降雨の浸透と土石流の発生について若干の考察を行った。

キーワード： 土砂生産, 流砂, 侵食, 土石流

90112

沢田豊明・芦田和男

裸地斜面における土砂生産

水工学論文集, 34巻, 1990年, 355-360頁。

流域の環境変動を予測し、その対策を検討するためには多くの要素に関する的確な情報が必要である。本研究は裸地斜面における土砂生産の実態の解明を目的として行われた。土砂生産を斜面勾配によって分け、試験地を設けて観測・調査により土砂生産の実態を明らかにした点に特徴を有する。以下、斜面勾配ごとに成果をまとめる。(1)斜面勾配が安息角より緩い場合：斜面勾配を θ とすると、侵食深 E (cm/年) は $E = a \sin^3 \theta$ のように表わすことができる。(2)斜面勾配が安息角より急な場合：侵食において凍上・融解、降雨量および斜面勾配が支配的な要因となっている。(3)斜面勾配が垂直に近い場合：斜面構成材料の粒径分布が広く、粘着性のない土砂で構成されているガリ壁面では、侵食深がガリ壁面の高さに比例する。

キーワード： 土砂生産, 裸地, 侵食中, ガリ侵食

90113

Shinji Egashira and Kazuo Ashida**Flow Resistance and Sediment Transportation in Streams with Step-Pool Bed Morphology**

Proc. International Workshop on Fluvial Hydraulics of Mountain Regions, Italy, 1989, pp. A31-A44.

山地河川における流砂は量的にも質的にも大きく変動する。これらの変動は、流れ、河床形態および河床材料との間の interaction に依存しているものと考えて、理論、実験の両面から次のことを検討した。(1)山地河川において一般に見られる階段状河床形態に関する研究のレビューを行うとともに、河床形態の発生条件と形状特性値の推定法を提案した。(2)階段状河床上の流れの抵抗について、河床波クレストから発生する剥離渦によるエネルギー散逸に着目してこれを評価し、流水抵抗の推定式を提案した。(3)階段状河床波を有する河床およびアーマールコーートの発達した河床におけるオーバーパッシングロード (over-passing load) に関する検討を行い、それを評価するための数学モデルを提案した。

以上、(1)、(2)、(3)については、水路実験によってそれらの妥当性が検討されている。

キーワード： 流れの抵抗、河床形態、階段状河床形、流砂

90114

Shinji Egashira and Kazuo Ashida**The Mechanism of Sediment Transport and Control in Mountain Streams**

Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 383-397.

本論文は、土石流や一般の掃流砂の支配方程式とダムによる土砂のコントロールの機構について議論したものである。支配方程式は質量保存則と運動保存則から構成されるが、掃流砂を対象にする場合と土石流の場合との違いを明確にした後、掃流砂の不通過性砂防ダムによる調節機構ならびに透過性砂防ダムによる土石流の調節機構について検討した。それによれば、掃流砂の調節は、ダムクレストの縮流に伴う流れのせき上げによって起こっており、土石流の調節は、格子部における砂礫の捕捉によって土石流の堆積が上流へそ上するようなプロセスで起こっていることが分かった。ついで、土砂調節の機構をモデル化し、これと支配方程式を用いたピーク流出土砂量の軽減率の評価モデルを提案した。この評価モデルは、水路実験によってその妥当性が検討されている。

キーワード： 掃流砂、土石流、土石流出制御

90115

江頭進治・芦田和男・矢島 啓・高濱淳一郎

土石流の構成則に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 487-501頁。

土石流のエネルギー散逸機構として粒子間変位, 粒子の非弾性衝突および粒子間隙の水の乱れによるものを考慮して散逸関数を導き, これをもとにせん断応力および圧力の表示式を導いた。これらを運動量方程式に適用すれば, 流速および濃度の鉛直分布が求められる。これによれば, 流速と濃度は interaction の結果として互いの分布形が定まるが, 濃度勾配が大きくなればなる程流速分布はその影響を強く受ける。濃度が一様のときは, 流速分布は, 従来の $3/2$ 乗則に一致する。

上述の理論を検証するため, ガラスビーズと水および砂粒子と水の混合物を用いて土石流に関する水路実験を行い, 流速と濃度の鉛直分布を測定し, これらと理論値とを比較した。その結果, 理論の適用領域等について検討の余地を残すものの, 両者はよく一致することが分かった。

キーワード: 粒子流, 土石流, 構成則

90116

江頭進治・芦田和男・中島智彦

管路における土砂輸送機構

水工学論文集, 34巻, 1990年, 553-558頁。

管路における各個運搬および集合流動の発生領域とこれらの輸送形態における流量, 動水勾配および輸送土砂濃度の間の関係について検討したものである。まず, 土石流に関する江頭・芦田らの構成式に基づいて各個輸送と集合流動形態の発生領域を明らかにした。この領域は, 無次元流量とエネルギー勾配(動水勾配)を両軸とする平面上に表される。ついで, 対数型の流速分布式と流砂量式とを用いて各個輸送形態における流量, エネルギー勾配および土砂輸送濃度の間の関係を示すとともに, 水と砂礫の混合物の流れに関する構成式を用いてこれらの間の関係を理論的に導いた。これらの関係式は, 広い範囲の水理実験によって妥当性が示されるときともに, 従来から提案されている経験式や, 多くの研究者の実験データを包含していることも分かった。

キーワード: 管路, 各個輸送, 集合流動

90117

川合 茂・芦田和男

固定床開水路分流における流量・流砂量配分比に関する実験的研究

土木学会論文集, 409/Ⅲ号, 1989年, 139-148頁。

河川分流における基本的な問題は流量, 流砂量配分比を予測することである。流量, 流砂量配分比は, 分岐部周辺の流路の平面形状と分岐に伴うエネルギー損失に規定される。そこで, これらの諸量に着目し, Y型および弯曲分岐水路の2種類の水路を用いて実験的な検討を行った。以下に得られた結果を述べる。

分岐に伴うエネルギーの損失は, 分岐部直下流に形成される剝離域のところで顕著となる。このエネルギー損失の推定には, 断面急拡部における推定法が適用されることを示し, その基礎となる等価断面幅(剝離域が形成される断面の有効な流水断面幅)と分岐部周辺の流路の平面形状との関係を明らかにした。こうした検討より平均流のエネルギー方程式に基づいた流量配分比の算定法を提案し, その妥当性を確かめた。また, 掃流砂量配分比と流量配分比および分岐部周辺の流路の平面形状との間の関係式を実験的に求めた。

キーワード: 分岐水路, 流量配分比, 流砂量配分比

90118

Sanfu Kuang and Tamotsu Takahashi

Discharge Prediction of Debris Flow Due to Landslide Dam Failure

Proc. 4th International Symposium on river Sedimentation, Beijing, China, 1989, pp. 547-554.

本研究は, 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するものである。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, 溪流の水利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されている。ついで, 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することが示されている。

キーワード: 天然ダム, 土石流, 形成条件, ダム決壊, 発生規模

90119

Tamotsu Takahashi**Mechanics and Existence Criteria of Various Type Flows During Massive Sediment Transport**

Proc. International Workshop on Fluvial Hydraulics of Mountain Regions, Trent, Italy, 1989, pp. B119-B130.

土砂と水が渾然一体となって、見掛け上連続体として重力の作用により駆動するような集合流動における土砂輸送現象は、河床勾配、流量および粒子材料や流体の特性等に依存して種々の様相を呈する。本研究では、まず、粘性領域の流れについて論じられており、土砂を多量に含んだ流れの粘性度を評価する式が与えられている。そして、流れの領域を粘性領域と慣性領域とに区分する指標であるいわゆるバグノルド数を修正した新たな指標が提示されている。ついで、石礫型土石流、泥流、掃流状集合流動および石礫型土石流と泥流との中間的な流れのそれぞれの流れに対して、流速分布形や流動深中での粒子の分散範囲の特性に焦点を絞り、慣性領域での流動則を提示している。最後に、慣性領域内で、これらの種々のタイプの流れがそれぞれ存在できる領域が、勾配と相対水深を両軸とする平面上で示されている。

キーワード： 集合流動，領域区分，流動機構

90120

高橋 保・中川 一・東山 基**洪水氾濫水の動態を考慮した避難システムの評価に関する研究**

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，757-780頁。

本研究では、氾濫計算に用いる計算格子と避難行動の計算に用いる避難ネットワークを明確に対応付けることにより、氾濫水の挙動を考慮した住民の避難行動の予測手法が提示されている。住民の避難行動を避難ネットワーク上の最短路にある避難地を選択する最短経路選択問題に定式化し、Warshall-Floyd法を用いてこれを解析した。その際、疲労と群集流動による歩行速度の低下を考慮するとともに、避難地選択の時は氾濫範囲を考慮した付加条件を与え、水が来る方向に避難するといった現実にはそぐわないような行動を採ることを回避した。さらに、本手法を仮想のモデル流域に適用し、シミュレーション法の妥当性を確認した。ついで、これを実流域（京都府南部巨椋流域）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、本手法により、避難システムの評価がある程度可能であることがわかった。

キーワード： 避難，氾濫，シミュレーション，ネットワーク

90121

高橋 保・中川 一

河床堆積物の侵食による土砂流出とそれによる土砂流扇状地の形成に関する研究
水工学論文集, 34巻, 1990年, 361-366頁。

昭和40年9月, 福井・岐阜県境に集中豪雨が発生し, とくに福井県西谷村は壊滅的な被害を受けて廃村の止むなきに至った。村の中心地区である中島地区が背後に展開する谷からの多量の土砂流出による埋没と, 本流である真名川の崩壊土砂による堰止の影響による流失によって全滅したためである。本論文は中島地区の災害について, 土砂水理学的考察をもとに, 背後の谷からの土砂流出のセディメントグラフの再現を行い, これから得られる情報を中島地区の扇状地頂部での流入境界条件として用いることで, 扇状地上での土砂氾濫・堆積過程のシミュレーション計算を行った。その結果, 氾濫開始時期や堆積範囲および堆積規模に関して実際の状況とほぼ同様の結果が得られ, 本手法により, 当時の中島地区の土砂埋没過程が実際現象とさほど大きな相違なく再現できることがわかった。

キーワード: 土砂流出, 土砂流扇状地, シミュレーション

90122

高橋 保・中川 一

堤防決壊による土砂堆積のシミュレーション

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 733-756頁。

本研究は, 土砂堆積による被害を見積るための手段としての土砂堆積のシミュレーション法を開発することを目的としている。まず, 破堤によって堤体土砂が掃流砂として堤内地に堆積する場合を取り上げ, 掃流砂による二次元場における河床変動計算法を示し, 水理実験結果と比較した。その結果河道の偏倚がある様な土砂氾濫については, 堤体土砂の流出に関する境界条件の与え方に若干不備な点はあるが, 比較的良く実験結果が説明された。河道流の偏倚が無い実験では, 堤内地の侵食域や堆積域を計算で良く再現でき, 境界条件が適切に与えられれば本手法が適用可能であることが推察された。ついで, 河道中の浮遊土砂が破堤口から堤内地に氾濫・堆積する現象を説明し得るモデルを提示し, 弯曲流路を有する流域模型を用いた水理実験結果と比較検討して, モデルの妥当性を確認した。さらに, 本手法を実流域に適用し, 破堤による土砂堆積範囲の予測を行った。

キーワード: 堤防, 決壊, 土砂, 堆積, 侵食, シミュレーション

90123

高橋 保・中川 一

小流域からの豪雨時土砂流出の予測

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，689-707頁。

本研究では，豪雨によって流域の斜面が崩壊し，その土砂が河道に供給されて流出する過程を一連の現象として追跡する手法を提示している。すなわち，まず三層構造からなる表土層が豪雨時に崩壊する機構についての理論が示された。ついで，浸透と二次元平面流れの解析に基づく横方向の流出入流量を各層で連立して求め，任意の降雨が与えられたときの崩壊発生を予測する手法を示し，実績資料と比較した結果，ここで示した崩壊予測法が妥当であることが判明した。さらに，斜面安定解析と並行して降雨流出解析を行い，C層へ浸透した水分の一部は地中パイプ網を通して速く流出するという考え方により，従来の土質定数を用いても比較的精度良く洪水ハイドログラフが計算されることを示した。以上の成果を用いて，崩壊土砂が河道へ流出し，さらに河道の洪水によって輸送されて谷の出口へ流出する過程を定量的に解析するシステムを示した。

キーワード： 土砂流出，豪雨，崩壊，安全率，浸透，流出土砂量

90124

高橋 保・匡 尚富

合流部における土石流の挙動と変形

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，709-732頁。

流路の合流点は土石流の流下途上での最も顕著に境界条件を変化させるものであって，ここで土石流の特性やハイドログラフが大きく変化することが考えられる。本論文では，まず，支流から流出した土石流の先端部が本流へ流出した際の軌跡を求める方程式系を与え，それが実験結果をよく説明することを述べている。つぎに，合流点での土石流の挙動を，そこで全部堆積する場合，一部分が堆積し，一部分が流下を続ける場合，および，全部流下を続ける場合の三類型に分類し，それらの定量的区分方法を与えて，天然ダム形成条件についても言及している。さらに，全部堆積する場合について，形成される土石円錐の形状予測法も示している。また，一部分流下および全面流下の場合については，合流点を経過することによるハイドログラフの変形予測式を示し，実験結果と比較検討している。

キーワード： 土石流，変形，合流，堆積，ハイドログラフ

90125

Tamotsu Takahashi and Hajime Nakagawa
Debris Flow Hazard Zone Mapping

Proc. the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 363-372.

土砂災害に対する避難等のソフト対策を樹立するには、まず的確なハザードマップを用意する必要がある。本研究は、数値シミュレーション法によって、土石流と泥流の停止・堆積のプロセスを再現し、土砂堆積範囲内の破壊力の程度と分布を求める手法を開発したものである。数値シミュレーションは、二次元の運動量保存式と、全体積および粗粒径、細粒径それぞれの成分に対する土砂の連続式を解くことによって実行されるが、泥流と石礫型土石流との違いは、主として運動量式中の抵抗項の扱いに反映されている。本手法の適合性は、石礫型土石流に対しては実験および昭和54年岐阜県洞谷で発生した土石流によって確かめられている。泥流については、コロンビア国のネバド・デル・ルイス火山の噴火に際して発生した大泥流の堆積過程に適用して、土砂堆積範囲、堆積厚さや堆積物の粒径のみならず、家屋流失範囲などによっても適合性が確かめられている。

キーワード： シミュレーション, 泥流, 土石流, ハザードマップ, ネバド・デル・ルイス火山, 洞谷, 土石流扇状地

90126

Hajime Nakagawa, Tamotsu Takahashi and Motoi Higashiyama
Suspended Sediment Deposition in Flood Plains Due to Meandering River Bank Breach

Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation, Beijing, China, 1989, pp. 587-594.

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砂の堆積による被害をも見積ることが必要である。本研究では、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妥当性を検証している。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法を示した。ついで、同モデルを弯曲河道を有する二次元場に拡張し、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検討した。実験では破堤口付近の堤内地に円形状の土砂堆積域が形成されたが、本実験では河道中の浮遊砂のみが堤内地へ流出し、堆積するようになっており、計算でも境界条件が容易に設定できるため、実験結果がよく再現できた。

キーワード： 浮遊砂, 堆積, シミュレーション, 弯曲, 堤内地, 破堤

90127

Tamotsu Takahashi and Hajime Nakagawa**A Formula Predicting Sediment Yield from the Mountain Basin**

Proc. 4th International Symposium on River Sedimentation, Beijing, China, 1989, pp. 208-215.

本研究は、地域によって土砂流出量の大小は異なり、これがどのような要因によって決まるのか、また、その量を予測することはできるか、という問題に対して解答を与えようとしている。すなわち、全国の貯水池堆砂資料の分析を通して、堆砂の実態、土砂流出度の地理的分布、土砂流出度とマクロな地質、地形、気象条件等との関係を調べ、次いで、比流出土砂量予測式の式形に関する考察と実績資料との比較対照によって、新しい予測式を提示している。この式は、流域の地形条件と日降雨量を含んでおり、年々の堆砂量の変化を求めることができるのが特徴である。この式は流域面積に関しては、その -0.5 乗に比例するような形となっているが、その妥当性は、別途流砂量則に基づく土砂水理学的な取扱によって検証されている。また、関東以西の貯水池にこの式を用いて、先に求めた土砂流出度の地理的分布がよく説明されることも明らかにしている。

キーワード： 土砂流出，堆砂，貯水池，予測，比流出土砂量

90128

Yoshio Muramoto, Yuichiro Fujita and Kenji Okubo**Floodplain Erosion and Sedimentation due to Overbank Flood Flow**

Proc. the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 16-20.

本論文は、昭和58年7月の山陰豪雨による三隅川の洪水災害を対象として行った洪水、土砂氾濫の実態調査と数値シミュレーションに基づく検討結果を述べたものである。まず、三隅川の中、下流部の侵食・土砂堆積状況と河川地形との対応を概括的に考察したのち、土砂氾濫の著るしかった上河内・下河内地区について堤内地の地形変化と堆積土砂の粒度分布を検討し、洪水氾濫流況、堤内地の侵食深と土砂堆積厚ならびに礫と砂・シルトに区分した堆積域の分布を明らかにしている。つぎに、平面二次元流としての洪水氾濫解析と掃流砂・浮遊砂を考慮した地形変化の解析を行い、調査結果との対応について考察している。その結果、洪水痕跡と氾濫の推移および侵食域と礫堆積域の分布が数値解析結果に対応することが示された。しかし、微細土砂の堆積域については堆積厚が過少評価となり、その原因を浮遊砂の基底濃度式の妥当性と堤内地の植生の影響の面から考察している。

キーワード： 洪水，氾濫，土砂堆積，数値解析

90129

村 本 嘉 雄

バングラデシュの洪水氾濫災害の調査研究

学術月報, 42巻4号, 1989年, 46-54頁。

バングラデシュにおける1987年の洪水災害について、気象学・地形学・水文学・河川工学・社会学の各専門の立場からの調査研究成果を要約するとともに、今世紀最大といわれる1988年の水害についても若干の比較を行っている。まず、2年次の降水量の地域分布から、1988年の水害ではバングラデシュ国内の降雨の寄与が少なかったことを示すとともに、1987年の豪雨の発生原因について総観気象学的に説明している。つぎに、1987年の水害形態と地形条件との対応及び氾濫解析結果について考察したのち、2年次の出水と氾濫状況の比較を行い、1988年洪水が短期間に集中し、氾濫域も広大であったことを明らかにしている。一方、大河川の河道変動と治水・利水施設の被害を分析し、流路変動と河岸侵食の特徴及び堤防の決壊原因について説明している。最後に、生活被害と水害時の対応について2年次の比較を行い、1988年水害の甚大さと洪水警報・避難・国際的救援の実態を述べている。

キーワード： バングラデシュ, 洪水災害, 豪雨, 水害地形, 氾濫解析, 河道変動, 水害対応

90130

大久保賢治・村本嘉雄・井上和則

堤内地における洪水・土砂の越流氾濫過程

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 641-655頁。

本論文は、洪水の越流氾濫に関する基本変数モデルと渦度モデルについて考察するとともに、その適用性を複断面水路実験の結果と比較し、植生粗度の影響と浮遊砂の濃度分布及び堆積過程について考察したものである。まず、氾濫モデルについては、底面摩擦・数値粘性比と差分格子スケールとの対応について検討し、小格子では水平粘性を考慮して底面摩擦を評価することの重要性を指摘している。つぎに、水平粘性を考慮した渦度モデルを単純な堤内地形に適用し、横断流速分布に対する粗度効果を明らかにした。一方、滑面及び植生を有する単断面と複断面水路で実験を行い、渦度モデルによる計算結果とほぼ対応することを示した。また、植生上の流速分布について、植生間隔を代表長とする渦動粘性係数を仮定して壁法則を導き、実験値との適合性を明らかにした。さらに、浮遊砂の濃度分布を流速の壁法則との相似仮定から導くとともに、微細砂の堆積速度の妥当性を示した。

キーワード： 洪水, 氾濫, 流速分布, 浮遊砂, 数値解析

90131

村 本 嘉 雄

バングラデシュにおける1987年および1988年の洪水災害

京都大学防災研究所年報, 第32号 A, 1989年, 21-42頁。

バングラデシュでは, 1987年と1988年の2年続きの大規模な洪水氾濫災害を受けた。本論文は各水害の現地調査結果から, 出水と氾濫, 大河川の河道変動及び被災状況に注目して考察したものである。まず, バングラデシュの水害を被る自然・社会的背景と洪水防御対策の推移について述べたのち, 2年次の降水量分布と出水特性の比較を行っている。その結果, 1988年の出水では国内の降雨量が平年より少なく, 出水は継続期間が短かったが既往最大を上回る規模であったことを指摘している。氾濫規模も1987年の約2倍に及び, 氾濫の推移に著しい差のあることを新聞記事と河川水位のデータから明らかにしている。つぎに, ブラマプトラ川の流路変動と河岸侵食の特徴を考察するとともに, 治水・利水施設被害の地域分布を示している。最後に, 2年次の生活被害と水害時の対応の差違を明らかにしたのち, 洪水の原因とハード及びソフト面の対策を列挙して考察している。

キーワード: バングラデシュ, 洪水, 河道変動, 被害, 水害対策

90132

藤田裕一郎・澤井健二

移動床水理実験におけるラボラトリー・オートメーションの試み

水工学論文集, 第34巻, 1990年, 701-706頁。

平面2次元の変化を対象とする移動床水理実験では, 高精度の実験を効率よく行うために, 実験条件の設定, 水位・路床形状の測定とデータ処理の自動化が不可欠である。これは, 一種のラボラトリー・オートメーション(LA)であるが, 本文では, 最初に, 水工学研究者が自らLA化に取り組んでいく場合の得失について, それを試みてきた経験から比較検討し, 利点の極めて多いことを明らかにしている。ついで, これまで図ってきたLAの実際を, パソコンによる実験条件の自動制御及び水面・路床形状の自動測定に分けて, いずれも従来の手法を簡単に紹介し, 最近の動向を示した後に, 流砂循環水路, 河口三角洲形成実験水槽, 大型河道変動実験水路, 堤防決壊実験装置などにおける具体例をブロックダイアグラムによって紹介している。最後に, それらのLA化の結果可能となった効果を示し, パソコンを利用した水理実験のLA化が今後必要であることを述べている。

キーワード: 水理実験, 移動床, ラボラトリー・オートメーション, 移動床実験, 自動制御, 自動計測, LA

90133

Yuichiro Fujita**Bar and Channel Formation in Braided Streams**

AGU Water Resour. Monograph 12, RIVER MEANDERING, 1989, pp. 417-462.

はじめに、わが国の網状河川に関する移動床水理の現況を、他国文献の簡単な引用とともに、その形成条件や変動・形成過程の野外観測及び経験的・理論的研究について纏めている。つぎに、その成果を踏まえて、複列（多列）砂州の形成と網状流路への移行過程に関する基礎実験を幅 0.5, 1.8 及び 3.0 m の 3 種の水路で行い、河床変動と流路形態の変化を明らかにした。すなわち、実験開始とともに、高モードの砂州が低モードのものに置き換わり、小水深の場合に浮州が発生して網状流路となっていく。その実験結果に基づいて、数種のモードの砂州の共存と網状流路形成の領域区分図を交互砂州の場合の拡張によって提案している。また、この多列砂州の共存と波長・波高の発達過程についてを検討・考察した結果、砂州モードの減少と網状流路の形成の過程は、砂州波高の発達速度と大きな低モード砂州上の流砂移動の停止条件から予測可能であることを示している。

キーワード： 網状流路，流路形態，河道変動，砂州，河床形態，移動床実験，水理実験

90134

藤田裕一郎・永田順宏・村本嘉雄

細砂河床における網状流路の形成実験

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，595-618頁。

細砂河床における中規模河床形態，とくに網状流路の形成に関する実測資料は極めて乏しく，低平地を流れる網状河川の流路変動の予測や制御は困難なものとなっている。本研究では，細砂河床の特徴である浮流砂や小規模河床形態が複列砂州や網状流路の形成と変動に及ぼす影響を把握して，安定理論の検証と上記の問題への基礎資料を得るために，広い水理条件下で行った実験に基づいて，それらの形成過程を upper regime, 遷移河床, 及び lower regime について詳細に述べている。

砂粒 Reynolds 数が10以下では，従来よりも lower regime の範囲が広がり，砂漣形成下では，砂漣と砂州の発達速度の相互関係によって河床形態の形成過程と最終状態に相違が生じ，砂漣に覆われる場合はその波高に着目した中規模河床形態形成の修正支配パラメータの適用性が高い。一方，浮流砂の影響は，実験水深が 1 cm 以下と小さかったために，流水の含み得る浮流砂量が少なかったため，明確には認められなかった。

キーワード： 網状流路，流路形態，河道変動，砂州，反砂堆，砂漣，細砂河床，水理実験

90135

藤田裕一郎・木下晴由

超過洪水による中小河川の河道災害

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，571-593頁。

相対的に発生頻度が高い中小河川の超過洪水に対して，河川改修が発揮する減災効果を評価するために，改修の前後に大洪水の生じた島根県西部の2，3の中小河川を取り上げて，超過洪水による河道災害の実態を明らかにするとともに，被災過程について基礎的な水理学的検討を加えた，すなわち，現地調査及び航空写真判読に基づいて被災の実態を明らかにし，その主な特徴として，全面施工された護岸が直線河道でも多く被災していたこと，及び河道弯曲部の著しい土砂堆積が河道災害に直結していたことの2点を指摘した。ついで，前者について，改修・未改修河道被災に関する水理基礎実験を行い，河道を溢れながら流下する場合の護岸被災の原因が，主として法勾配と構造にあることを示した。一方，後者については，河道堆積状況の現地測量を実施し，土砂堆積が河積を減少させて災害を助長したことから，平衡横断勾配の予測式では過大な値が見積られることを示した。

キーワード： 超過洪水，中小河川，河道災害，豪雨災害，護岸被災，水理実験，河道弯曲

90136

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎・大坪 高

粗度急変流の水面形と遷移長について

水工学論文集，第34巻，1990年，511-516頁。

底面粗度の急変に伴う開水路の遷移水面形に関して，その遷移形態に基づいた系統的な基礎実験から，粗度の形状，レイノルズ数及びフルード数が水面形に及ぼす影響について考察するとともに，2段階 Lax-Wendroff 法を用いた水面形計算を行い，その適合性を検討している。さらに，粗度急変に伴う乱れ強度の流下方向変化から遷移長を定義し，それと粗度変化点上・下流の粗度係数比との関係を示した。その結果，滑面から粗面及びその逆の粗度変化に対して，流れが常流—常流の場合には水面形は滑らかに遷移し，その他の場合には上流部の等流水深から下流部の等流水深へと短区間で急激に変化すること，遷移水面形は粗度の形状及びレイノルズ数にはあまり影響されず，主にフルード数によって支配されることが判り，数値計算の結果は，粗面から滑面の場合では改善の必要性があるものの，滑面から粗面の場合には実験結果と良好に一致することが判明した。

キーワード： 粗度，自由水面，乱れ強度

90137

神田佳一・村本嘉雄・藤田裕一郎・矢田哲郎

開水路粗度急変部における乱れ特性と浮遊砂濃度の遷移過程

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 619-639頁。

路床粗度の急変に伴う開水路の乱れ特性と浮遊砂輸送の遷移過程に関して, 水面形の遷移形態に基いた系統的な実験及びその結果を詳述するとともに, $K-\epsilon$ 乱流モデルと移流拡散方程式を用いた数値モデルを示し, その適用性を検討している。実験は粗面から滑面及びその逆の粗度変化に対して, 流れが常流一常流, 射流一射流及び両者にまたがって遷移する場合について可変勾配水路で行われ, 流速はホットフィルム流速計で, 浮遊砂濃度は光学濁度計で測定された。その結果, 跳水や支配断面の位置が粗度変化点から下流にずれること, 流速及び乱れの特性は底面から変化し, 乱れ強度の遷移長は粗度変化程度が大きい程長く, かつ粗面から滑面への場合に長くなること, 浮遊砂は乱れ特性に対応して, 粗面から滑面では上方から下方へ, 逆の場合は逆に移動し, その拡散係数は渦動粘性の約2倍であること, 及び数値モデルの適用性は高いが改善の余地のあることが判明した。

キーワード: 粗度, 浮遊砂, 乱流モデル, 移流拡散, 支配断面

90138

Yoshiaki Iwasa and Takashi Hosoda

Flow Behaviors in Headrace Tunnel of Run-of-the River Power Stations

Proc. Int'l Conference of Channel Flow and Catchment Runoff, 1989, pp. 669-678.

本研究では, 流れ込み式発電所導水路で生ずる二, 三の水理現象について考察している。まず, 導水路が空のとき, スルース・ゲートの急開による水の侵入過程を数値解析によって検討した。その結果, ゲート近傍で跳水を形成しながら水の先端が下流に向かって伝播して行く様子が再現された。また, 先端部の水面形について, 時間無限大で得られる相似解と数値解を比較し, 時間の経過とともに数値解が相似解に漸近することを確かめた。さらに, ゲート急開時から先端部が導水路出口に到達する時間を計算し, 観測値とほぼ一致することを示した。次に負荷遮断時のヘッドタンクおよび導水路部で生ずる現象の再現を試みた。すなわち, 負荷遮断による水位の上昇とそれに伴う管路と開水路境界面の伝播を再現するための解析モデルを示し, 数値計算を行った。その結果, 導水路部の水位の上昇とともに水路天端に着水し, 境界面が上流に伝播して行く様子が定性的に再現された。

キーワード: 開水路, 管路, 非定常流, 導水路

90139

岩佐義朗・綾 史郎・井上智夫

河川における流れと横分散に関する数値実験的研究

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，669-687頁。

本研究は、河川における流れと水質の横分散を数値解析的手法により行うものであり、基礎数学モデルとしては、一般曲線座標系による平面2次元モデルを用い、数値解析手法としては、差分法を用いている。すなわち、まず、一般曲線座標系における数学モデルの差分法による数値解析手法について詳述した。さらに、それを淀川水系の三川合流部を含む複雑な地形形状を有する水域に適用し、流れ場およびアンモニア性窒素、ケイ酸の横分散による濃度場が解析され、計算結果と観測資料の比較を行い、数学モデル、数値解析法の妥当性が検討されている。流れ場は、複雑な地形形状、河床高分布の影響をよく反映し、妥当なものと考えられた。両水質指標の濃度分布は概ね観測値と一致しており、本研究で示した方法の妥当性と有効性が確認された。また、三川合流部における河床形状に反映した流れのパターンが、水質混合に及ぼす影響についても論じられている。

キーワード： 一般曲線座標系，合流，分散，水質汚濁

90140

岩佐義朗・細田 尚

漸縮水路の高速流に関する数値解析

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，657-667頁。

本研究は、漸縮部を有する急勾配の開水路流れに対して特性曲線法を用いた数値解析法を示し、イッペンの実験結果と比較・検討したものである。定常状態での平面二次元流れの基礎式は、平面流れのフルード数が1以上のときに存在する三種の特性曲線上で成立する関係式に変換される。これを固定格子点上の水理量を用いて離散化し、数値解析が行われた。その際、側壁形状の変化を境界条件として考慮する方法が詳述されている。すなわち、側壁は流線でもあり、また流速ベクトルの方向が規定されているという二条件と、側壁で反射する特性曲線上の関係式から流速、水深が求められる。数値解析結果とイッペンの実験結果の比較から次のことが指摘された。漸縮部では両者の水深分布はほぼ一致する。しかし、漸縮部を過ぎて直線部に入ると、計算値は立ち上りが急でなだらかに減少する分布形状を示し、実験結果と適合しない。これは、鉛直加速度を考慮した基礎式を用いる必要性を示している。

キーワード： 数値シミュレーション，高速流，水面形解析

90141

岩佐義朗・綾 史郎・馬場寿人

河川合流部における流れと横分散

水工学論文集, 第34巻, 1990年, 541-546頁。

本研究は、河川合流部における流れと横分散を数値実験により明らかにすることを目的として行われたものである。基礎数学モデルとしては、合流部地形が複雑なことより、地形形状の表現、境界条件の処理等の容易な一般曲線座標系による平面二次元モデルを用い、数値解析法としては差分法を用いている。数値モデルは淀川三川合流部の水域に適用され、流れ場およびアンモニア性窒素の横分散による濃度場が解析され、観測濃度分布と計算結果が比較対照された。流れ場は、複雑な地形形状、河床高をよく反映しており、アンモニア性窒素の濃度分布は観測値と概ね一致しており、本研究で示した方法の有効性が確認された。また、種々の流況における濃度の分散が解析され、流量が増加するほど濃度の横分散が抑制されること、横分散の主要機構としては、河床高さの横断方向の非一様性を反映した流路内における滞筋の蛇行の影響が大きいことが示された。

キーワード： 一般曲線座標系, 河川, 横分散, 水質汚濁

90142

Yoshiaki Iwasa and Kazuya Inoue

2-D and 3-D Mathematical Models for Flood Analysis

Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 475-484.

本研究は、二次元、三次元数学モデルを用いた洪水流の数値解析法とその適用例について示したものである。まず、河道に対して一次元モデルを、堤内地に対して平面二次元モデルを用いることによって、破堤による洪水氾濫水の詳細な挙動が再現されている。堤内地には盛土および排水路が多数設けられており、それらの氾濫水に対する効果が定量的に把握され、また破堤が下流の河川流量に及ぼす影響も示された。これらの結果は治水計画の効果的策定に有用に用いられる。次に、洪水の湾内への進入過程が三次元モデルによって再現された。とくに、河口近傍で計画されている埋立の洪水疎通能力への影響が、現況との比較により検討された。その結果、埋立を行った法が河川水のフロントはより遠方にまで進み、また河口の水位もわずかに上昇することが示された。この理由として、埋立による通水断面積の減少の効果が考えられた。

キーワード： 洪水災害, 数値シミュレーション, 氾濫, 河口域

90143

Yoshiaki Iwasa and Kazuya Inoue**Large Eddy Simulation for Large Water Bodies**

Proc. Computational Modelling and Experimental Methods in Hydraulics (Supplement), 1989, pp. 1-12.

本研究は、湖沼の流れに対してラージ・エディー・シミュレーション (LES) と従来のレイノルズの方法 (non-LES) に基づいた数値解析モデルの二通りを適用し、両者による計算結果を比較・検討したものである。まず、LES による定式化が記述され、その中で水平と水深方向の渦動粘性係数および乱流拡散係数の設定法が次考解析的に考察された。すなわち、水平と水深方向の各係数の比が各々の格子間隔比の 2 乗になることが示された。次に、二通りの解析法を成層化した深い湖に適用して得られた計算結果が示された。その結果、流速ベクトルの平面分布において両者は同様の流動パターンを示したが、流速値は non-LES よりも LES の方が大きくなっている。同じことが、流速および水温の鉛直面内の分布形にも見られた。流速値が大きくなる理由として、LES での粘性係数の値が non-LES の場合よりかなり小さくなっていることが指摘された。

キーワード： 数値シミュレーション、湖沼、吹送流、成層流

90144

岩佐義朗・細田 尚・綾 史郎・坂井伸一

浮遊砂を有する滑面上の開水路流れの流速分布特性

第 3 回数値流体力学シンポジウム講演論文集, 1989 年, 595-598 頁。

本研究は、乱流モデルを用いて浮遊砂を有する滑面上の開水路流れの流速分布、濃度分布特性の再現を試みたものである。基礎式中には、流れの中に浮遊砂を含むことによる付加項が現れる。すなわち、運動方程式中に砂粒子が沈降することによって流体と置換する際に生ずる応力伝達項、乱れエネルギーの関係式 (k-方程式) 中に、砂粒子と流体の乱れ速度差に起因する相互作用項が現れる。これらの項について従来の解析モデルを再検討して数値解析を行った。計算結果の考察から、運動方程式の付加項によって路床近傍における浮遊砂流の流速減少が生じ、k-方程式中の付加項によって、自由表面に近づくときの流速勾配の増加が引き起されることが明らかとなった。計算結果は、コールマンによる流速、濃度分布に関する実験結果、今本・大年による抵抗係数と濃度の関係に関する実験結果とも比較され、定量的にも実験結果と適合することが確かめられた。

キーワード： 開水路乱流、混相流、浮遊砂、数値シミュレーション

90145

Yoshito Tsuchiya and Masato Banno**The Criterion of Ripple Formation by Wave Action**

Proc. 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1868–1881.

漂砂による砂れんの発生限界について、シーلز数とそのほかの無次元量を用いた領域区分や、流砂の場合との関係について検討するとともに、軽量骨材を用いた実験を行って考察した。その結果、つぎの成果を得た。

1) 底面における水粒子の軌道直径と砂粒の粒径の比で表わされる加速度の効果を考察すれば、漂砂の場合の砂れんの発生限界がシーلز数によって区分できることが見出された。この比が無限大になるにつれて、一方向流の場合と接続することもわかった。

2) シートフロー条件、すなわち upper-flat bed における漂砂の移動形態への遷移は、シーلز数や sediment-fluid 数によって表示できることを明らかにした。その領域では、加速度の効果はほとんど影響しないことも見出した。

キーワード： 漂砂，砂れん，シーلز数，加速度の効果

90146

Yoshito Tsuchiya, Yoshiaki Kawata, Tetsuo Sakai and Fumio Shimada**Flooding due to the Ansei Nankaido Tsunami in Osaka**

Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 505–514.

数値モデルを用いて、1854年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。その結果は、つぎのように要約される。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に一致することがわかった。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1.9 m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』によるそれとがうまく対応することが見出された。これらの結果から、安政南海道津波をよく復元できたといえる。

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

90147

土屋義人・吉岡 洋・棚橋輝彦・仲井圭二・森田行司・磯部憲雄

超音波流速計による碎波帯における長期連続観測

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 224-228頁。

碎波帯における海浜流から碎波による水粒子速度および乱れを含む広範囲の周波数帯の流れの長期連続観測ができる超音波流速計を開発し, 京都大学大渦波浪観測所の波浪・漂砂観測用栈橋を用いて, 通年の連続観測を実施した。その観測結果から, 本流速計の適用性を明らかにするとともに, 碎波帯の長時間における流れの観測から, その動態の一部を明らかにすることができた。

その主要な点は, 1) 平均流の記録には潮流はほとんど現れず, 風に関係した流れが卓越しており, 2) 流れの変化に対応して, 風と波浪の変化を調べると, 明瞭な関係が存在し, 3) 季節風の吹き出し時には, 西寄りの強風や高波浪が襲来し, 同時に東向きの沿岸流が発生するが, 風が収まるか, あるいは風向が東寄りになると, うねりが襲来して, 沖向き流れが卓越し, 4) その沖向きの強流は鉛直方向にはほぼ一様な分布をしている。

キーワード: 現地観測, いそ波帯, 海浜流, 超音波流速計

90148

土屋義人・河田恵昭・Hossam Refaat

不等流沿岸流における流速分布の相似性について

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 234-238頁。

不等流沿岸流に関する系統的な実験を行い, その特性を検討した。得られた成果をまとめると, つぎのようになる。すなわち, 固定床で均一粒度をもつ一様海浜における不等流沿岸流の実験を行い, まず流速分布の沿岸方向変化は沿岸方向の距離のみの関数で表わされることを明らかにした。つぎに, 碎波点における無次元沿岸流流速は, 波高や入射角に依存せず, 無次元流下距離のみの関数で表すことが可能なことを示唆した。さらに, wave set-up の沿岸方向変化を調べ, 碎波水深で無次元化した wave set-up が一定になることを見出した。これらは不等流沿岸のもっている基本的な特性であるといえる。

キーワード: 沿岸流, 不等流, 海浜過程, 境界層近似, 1次元解析

90149

土屋義人・三島豊秋・土田 充

飛砂の移動限界の理論

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 344-348頁。

飛砂および流砂の移動限界は、一様流中の現象という点においては力学的に同じ現象であることから、密度比の影響を考慮することにより統一的表示が可能であると考えられる。しかしながら、これまでの多くの理論的研究は、床面上の球状砂粒に働く流体力と摩擦力との静的な力の釣り合い条件に基づいているため、両者の相違を説明することができなかった。そこで本研究では、rocking motion として定式化された移動限界時の砂粒の運動方程式に基づいて移動限界時における砂粒の運動の近似解を導き、その近似解の不安定条件から砂粒 Reynolds 数が十分大きな領域における密度比の影響を含む飛砂の移動限界の表示を導くことにより、飛砂のみならず流砂の移動限界の統一的表示を行なった。

キーワード： 飛砂, 移動限界, 流砂, 砂粒 Reynolds 数

90150

土屋義人・Dadang Armad Suriamihardja

海浜流, とくに離岸流の発生理論

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 799-831頁。

流れとそれによる流れとの相互作用を十分考慮することにより、定常状態における水平海浜循環としての離岸流に関する数学的モデルが展開された。その基礎方程式系は、全水深にわたって積分された質量保存則、運動量保存則、wave action 保存則および波数保存則からなる。波とそれによる流れとの相互作用において、平均速度に対する radiation stress による work done としての項を含め、流れによる波の屈折が十分可能にするように考慮した。その結果、離岸流場の方程式を定式化することができ、その固有値問題として離岸流の理論解を求め、現地データなどと比較してその適用性を明らかにするとともに、実験データとの比較において離岸流の発生に及ぼす沿岸境界条件の影響が存在することを見出し、その理論解は実験結果とよく一致することがわかった。

キーワード： 海浜流, 離岸流, 固有値問題, 海浜過程

90151

土屋義人・吉岡 洋・棚橋輝彦・仲井圭二・森田行司・磯部憲雄

超音波流速計による碎波帯における長期連続観測

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 847-879頁。

碎波帯における海浜流から碎波による水粒子速度および乱れを含む広範囲の周波数帯の流れの長期連続観測ができる超音波流速計を開発し, 京都大学大渦波浪観測所の波浪・漂砂観測用栈橋を用いて, 通年の連続観測を実施した。その観測結果から, 本流速計の適用性を明らかにするとともに, 碎波帯の長期間における流れの観測から, その動態の一部を明らかにすることができた。

その主要な点は, 1) 平均流の記録には潮流はほとんど現れず, 流れの変化に対応して, 風と波浪の変化を調べると, 明瞭な関係が存在し, 冬季季節風の吹き出し時には, 西寄りの強風や高波浪が襲来し, 同時に東向きの沿岸流が発生するが, 風が収まるか, あるいは風向が東寄りになると, うねりが襲来して, 沖向き流れが卓越する。その沖向きの強流は鉛直方向にほぼ一様な分布をしている。2) 短周期データには波浪に伴う振動流とより細かな乱れが測定され, それらの鉛直分布が求められた。

キーワード: 現地観測, いそ波帯, 海浜流, 超音波流速計

90152

土 屋 義 人

都市水害論(2)―タイムスケール2000年における災害の変遷(つづき)―

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 909-934頁。

タイムスケール2000年における災害史を主として日下部によって集大成された災害年表とその他関連する災害史料によって考察し, つぎの諸事項を指摘した。

1) わが国における地方別人口の増加傾向は水稻技術の導入に平行し, その停滞・減少は災害の発生と, またその空間スケールは災害発生のそれに対応する。

2) わが国に水稻技術が導入されて以来の各種土木事業の変遷と地域開発の実態および地域開発と新田開発などとの関係を明らかにした。

3) 旱ばつ, 洪水氾濫災害とそれに伴う疫病や飢饉の変遷と地域性を新田開発などに伴う社会環境の変化との関係で詳細に考察し, その変遷を明示した。

4) 人口集中に伴い火災が増加したが, これは気象条件と社会不安とくに内乱と密接に関係することを示した。

5) 内乱, 一揆などの変遷を, とくに飢饉の発生と社会不安との関係で考察し, 周期的な傾向を見出した。

キーワード: 都市水害, 災害史, 水稻技術, 飢饉

90153

Masahiro Ito and Yoshito Tsuchiya**Reproduction Models of Beach Change by Storm Waves**

Proc. 21st Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, 1988, pp. 1544-1557.

大規模な低気圧の通過に伴って発生した暴浪による現地の海浜変形を2次元移動床模型で再現する方法について検討した。この場合、著者らの海浜変形の相似則および時間縮尺を適用し、とくに海浜断面形状、汀線移動、岸沖漂砂移動量および砂れんの波長などの特性の再現性を調べた。その結果、現地波浪を代表する実験波として、現地と同様のスペクトル分布を示す不規則波を用いれば、現地の海浜変形をかなりよく再現できることがわかった。また、規則波による場合は、海浜断面形状と汀線移動は平均波で、岸沖漂砂移動量は有義波を用いるとかなり良好な再現性が得られることを見出した。また、本研究で実験の対象とした、低気圧の接近・通過によって短時間に急変する暴浪による大渦海岸の海浜変形は、想像されるよりも小さいことが見出された。

キーワード： 水理模型実験，相似則，不規則波，再現性，大渦海岸

90154

Dadang Ahmad S.・土屋義人**一様海浜における離岸流の理論**

海岸工学論文集，36巻，1989年，244-248頁。

本研究では一様海浜における波とそれによる流れとの相互作用場として水平循環がどのような機構で形成されるかを主として理論的に解明した。すなわち、ここでいう水平循環は通常離岸流と呼ばれるもので、この場合、汀線に直角に入射する規則波を取扱い、さらに波とそれに伴う流れの相互作用による海浜流系の不安定性によって離岸流が発生する場合の理論を展開した。その結果、つぎの成果を得た。

- 1) 流れによる波の屈折を十分とり入れた摂動解を展開し、離岸流場の方程式を求めて、その解を得た。
- 2) 本理論による離岸流の発生間隔は、不安定領域の現地データとよく一致することがわかった。
- 3) 離岸流と流速分布も計算することができ、現地スケールの値とかなりよい対応を示すことを明らかにし、さらに離岸流の発生間隔に対して沿岸境界の影響があることを確かめることができた。

キーワード： 海浜流，離岸流，固有値問題，海浜過程

90155

安田孝志・鶴飼亮行・土屋義人

1次元的に伝播するうねりの統計的性質の空間的変動

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 109-113頁。

連続スペクトルをもつ不規則波列の波群は、包絡ソリトンのような定常性はず、伝播の過程でスペクトルのバンド幅だけでなく、分散性や非線形性にも依存して変動するが、スペクトルの狭帯化はこれらの影響を強める働きのあることを明らかにした。また、このような波群の発達が原因となって、1/10最大波高 $H_{1/10}$ や最大波高 H_{max} も伝播の過程で変動し、波列の振幅 ka が0.15程度となり、通常のうねり以上にスペクトルの狭帯化が進んでくると、その変動幅は統計的誤差の範囲を越えるようになり、 H_{max} の変動に及ぼす波群の影響が重要となることを明らかにした。さらにこうした H_{max} の変動の結果、3を越えるような最大波高と平均波高との比 H_{max}/H の出現頻度が增大するようになり、波群の影響は波列の時系列だけでなく、最大波高にも関わって重要となることを示した。

キーワード： ソリトン、包絡ソリトン、うねり、波群

90156

安田孝志・鶴飼亮行・土屋義人

深海から浅海に進むうねりの波群特性

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 781-797頁。

深海から浅海に至る過程での波群の空間的変動特性を明らかにするため、日本海における冬期波浪の観測記録に基づく検討を行う一方、うねりのモデル方程式を用いたシミュレーション結果を基に波群の空間分布とそれに及ぼすスペクトルのバンド幅、分散性および浅水化の影響について検討した。その成果はつぎのように要約される。1) 深海から浅海へのうねりの伝播過程を波動方程式で扱うことは可能であるが、その場合、分散性と非線形性の評価が必要である。2) うねりのモデル方程式の精度は、Ursell 数が14以下ではスペクトルのバンド幅に関係なく実用上十分である。3) この方程式による伝播シミュレーションによって、スペクトルや波群統計量の予測が可能である。4) 波群の空間的変動の原因は、狭帯化の進んだうねりでは変調不安定にあり、しかも分散性指標が密接に関係している。5) 浅水化の影響が大きくなるのは、変調不安定が生じない浅海から極浅海である。

キーワード： 波群、うねり、スペクトル、変調不安定

90157

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隣合う波高の結合確率分布について

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 129-133頁。

著者らは、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、不規則ソリトン列の振幅の連なりに自己回帰性が存在し、これを自己回帰過程として扱うことが可能であることを明らかにしてきた。そこで、本研究では、この過程を適用することにより、従来の不規則波理論におけるスペクトルの概念を用いることなく、振幅の周辺分布と振幅相互の相関係数だけから、前後の振幅の結合確率密度関数を理論的に導びいた。また、現地波浪の観測記録を用いてその適用性を検討し、前後の振幅の結合分布および振幅の連特性を精度よく評価可能となることを明らかにした。ただし、この結合分布の決定の際に必要な振幅の周辺分布および相関係数といった統計量の推定方法には若干の問題が存在しており、今後の検討課題として残されている。

キーワード： ソリトン, 包絡ソリトン, うねり, 結合分布

90158

Yoshiaki Kawata

Methodology of Beach Erosion Control and Its Application

Coastal Engineering in Japan, Vol. 32, No. 1, 1989, pp. 113-132.

漂砂量則を用いて評価した沿岸漂砂量と、バーやバームの移動特性を表す関係を使用して、マクロな立場から海岸侵食を制御する原理を明かにした。すなわち、沖浜帯では波が大きなエネルギーをもち、漂砂がそれほど活発でないことから、碎波角と碎波水深を人為的に変化させる波浪制御法の侵食制御への有効性を示した。また、いそ波帯では漂砂が活発であり、河川での安定河道と海岸での安定海浜との間にアナロジーが成立することを示すことができたので、この関係を用いて、漂砂帯の幅、沿岸流速及び底質粒径の変化によって安定海浜が得られるという漂砂制御法を示した。ついで、これらの制御原理を適用して、既存及び開発途上の海岸侵食制御工法の機能と長・短所を系統的に明らかにした。

キーワード： 海岸侵食制御, 漂砂制御, 波浪制御, 海岸侵食

90159

河 田 恵 昭

砂粒の移動機構

地学雑誌, 98巻 5 号, 1989年, 13-20頁。

特集号の招待論文として, 砂粒の移動機構に関する知見をまとめたものである。とくにここでは, 漂砂・飛砂・流砂の統一的な輸送量則を求めるという立場から, 関連の研究の流れといくつかの主要な成果について私見を述べている。その内容は, 砂粒の運動形態と床面形態との関係を述べたあと, 移動機構のモデル化として, 掃流と浮遊に分け, とくに掃流漂砂と浮遊漂砂のモデルを詳しく紹介するとともに, 掃流から浮遊への遷移についても基本的な取り扱いを示している。さらに, 砂粒の移動限界と掃流機構については, 著者らの最近の成果の概要を述べ, 砂粒の輸送現象に対する力学機構の統一化の方向を示した。

キーワード： 移動限界, 掃流漂砂, 浮遊漂砂, 飛砂, 漂砂, 流砂

90160

河田恵昭・吉岡 洋・藤木繁男・土屋義人

高波浪時における漂砂観測法

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 269-273頁。

現地海岸で漂砂を観測するための計測器の開発研究を行い, つぎのような成果を得た。すなわち, これまで現地海岸で計測できなかった高波浪時の掃流漂砂量を観測するため, 2つのアイデアに基づく捕砂器を開発・試作した。そして, 水中ビデオによる掃流漂砂の捕砂状況の検討から, この捕砂器が十分機能を発揮していることが確認できた。この捕砂器を用いて中程度のストームの条件下で11ケースの観測値を取得した。ついで, 平均波の波高と周期から微小振幅波理論を用いて Shields 数や無次元漂砂量を計算したところ, 従来の plane bed の無次元漂砂量の実験値とかなり対応し, また計算値との対応も良好であった。さらに, 浮遊漂砂の濃度計を試作し, 海底上鉛直方向に5点で同時計測した。その結果, 碎波による浮遊漂流砂の濃度分布のピークの発生位置と波形との位相差が, 碎波の継続とともに小さくなることを見出された。

キーワード： 漂砂, 掃流漂砂, 捕砂器, 浮遊漂砂, 漂砂量

90161

河 田 恵 昭

傾斜海浜における漂砂量則について

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 289-293頁。

傾斜海浜における漂砂量則を誘導し, その妥当性を検討した。得られた主要な成果は, つぎのようである。

1) 砂粒の跳躍機構の解析と運動量保存則の適用によって, 傾斜海浜における漂砂量則を誘導した結果, 水平床の plane bed の床面形態における漂砂量を精度よく算定できることがわかった。この場合, 外力の非定常性を砂粒の反発係数の修正の形で無理なく理論に取り込めることから, ここで示した取り扱いが漂砂と流砂・飛砂の統一理論として妥当であると言える。

2) 傾斜海浜における net の漂砂量に及ぼす斜面勾配の影響が非常に大きく, 本理論でそれを定量的に評価できることが見出された。

3) 海底に砂れんがある場合の漂砂量の減少は, 外力として平均的な底面せん断応力を評価すれば, 砂れんの波形勾配に依存することがわかり, 実用上十分算定できることが認められた。

キーワード: 漂砂, 漂砂量, 掃流漂砂, 海浜

90162

河田恵昭・法花眞治

わが国と中国における自然災害の発生頻度特性

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 891-908頁。

わが国1400年, 中国2400年間の災害史料を用いて, とくに気候変動との関係でその発生特性を検討した。その結果, スペクトル解析などから中国の洪水や干ばつの発生はブリュックナー周期の約5倍の170年周期に従っていることを明らかにした。わが国の同種の史料には, 件数の少なさや中世の政治動乱による古文書数の減少や逸散などのために, このような明らかな周期性は一般に認められないが, 洪水などの一部の災害に存在するようであることがわかった。したがって, 長期的にはこれらの災害発生は気候変動に依存し, 低温期, とくに小氷期に規模が大きくなると共に, 発生件数も多くなったことを示した。そして, 災害の発生には社会環境が大きく関係することを, あるいは災害の発生が社会環境を変えることにつながることを示唆した。

キーワード: 自然災害, 発生頻度, 中国の自然災害, 気候変動

90163

河 田 恵 昭

漂砂制御

土木工学ハンドブック, 1989, 1899-1906頁。

漂砂制御として、わが国の海岸侵食の実状、侵食要因、侵食対策工法の種類と原理を概説したあと、個々の具体的な工法の特徴と施工に際しての留意点を示した。その場合、従来のような長所のみを取り挙げた並列的な記述をやめ、海岸工学的に明らかになっている水理機能からみた構造物の特性を記述することを試み、海岸侵食制御工法の適地主義に基づく施工を強く意図してまとめたものである。これらの検討結果は、1つの表に示し、それぞれの特徴が相互比較できるようになっている。そのほかに、河口制御と海岸構造物周辺の局所洗掘と対策についても、同様の視座から論述した。

キーワード： 漂砂, 漂砂制御, 海岸侵食制御, 河口閉塞, 局所洗掘

90164

Takao Yamashita

Numerical Model of Storm Surges in Bays of Japan's Pacific Coast

Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 563-572.

高潮の数値計算法について総括した。すなわち、現在一般的に用いられている単層モデル（水平2次元モデル）の高潮数値計算への適用性を検討した。これにより、浅海域における高潮の数学モデルには、吹送流の鉛直分布が考慮されたものである事の必要性が示された。ついで、単層モデルを拡張した多層位モデル（特に2レベルモデル）に関する考察を行い。計算効率の観点から、このモデルは有効でないことが示された。

以上の検討を行った結果、高潮数値モデルとして適用が可能な3次元数値モデルを示し、その数値計算法を検討した。

キーワード： 高潮, 数値予知, 多層位モデル, 3次元モデル, 乱流モデル

90165

山下隆男・Dadang Ahmad S.・宍倉知広・土屋義人

鉛直 2 次元海浜流モデル—数値計算法—

海岸工学論文集, 36 巻, 1989 年, 244-248 頁。

3 次元海浜流の数学モデルを開発する研究の一環として, 海浜流の鉛直構造に関する研究が行われるようになってきた。本研究は, 従来 undertow の分布を求めるために行われてきた鉛直 1 次元海浜流モデルを 2 次元場に拡張し, その数値計算法を示したものである。

数学モデルは, 碎波モデル, surface/inner layer モデルの 3 つからなる。碎波モデルでは碎波による波浪のエネルギー散逸を考慮したエネルギーフラックス保存と radiation stress に基づく運動量保存則から平均海面変動を計算する。この平均海面を境界面として, 碎波による質量, 運動量輸送を導入した surface layer での基礎式から, inner layer の境界条件が計算される。この境界条件下で, 碎波によるエネルギー散逸率が乱流エネルギーの付加的供給項となる $k-\varepsilon$ モデルと inner layer での運動方程式を, 2 次の風上差分で数値計算する方法を示した。

キーワード: 海浜流・碎波・乱流モデル・数値計算・差分法

90166

間 瀬 肇

傾斜海浜上の波群の伝播変形に関する研究

土木学会論文集, 第405号II-11, 1989年, 205-213頁。

multiple scales 法によって mild slope 海浜に対する波群の支配方程式を誘導し, 数値計算により単一波群の伝播変形特性を考察した。また, very mild slope 海浜の仮定から得られる式を用いた計算結果との比較を行った。

mild slope の式を用いた計算結果から, 波群は傾斜海浜を伝播するにつれて前かがみになること, 包絡波形の振幅は増加すること, 波群の非線形性が強い場合には前後非対称の波群の分裂が見られること, 波群の伝播速度は線形理論による群速度よりも大きくなることがわかった。very mild slope の式では, 包絡波形の前傾化や振幅増加といった shoaling 効果や波の上下非対称性は表せないことがわかった。実験結果と mild slope 海浜に対する式を用いた計算結果との比較から, 碎波が生じない領域では両者は誤差 $\pm 20\%$ の範囲で一致すること, また波群に含まれる波の碎波の有無の推定には規則波の碎波限界曲線が使えることがわかった。

キーワード: 非線形 Schrödinger 方程式, 波群, 浅水変形, 碎波

90167

間瀬 肇・酒井哲郎・西村善弘・前野賀彦

多孔質弾性体理論による防波堤に作用する揚圧力および周辺地盤内の変動間隙水圧の解析

土木学会論文集, 411号II-12, 1989年, 217-225頁。

Biot の圧密方程式に基づいて、混成堤ケーソンに作用する揚圧力および防波堤周辺の海底地盤内の変動間隙水圧分布を解析した。主要な結論は次のとおりである。1) 揚圧力分布に及ぼす捨石マウンドの剛性、波の周期、ケーソンの動揺の影響は、マウンドの透水係数が大きい場合にはほとんどみられないが、透水係数が小さくなると現れる。2) マウンドの透水係数が大きい場合には揚圧力はほぼ三角形分布しており、前趾の揚圧力はケーソン全面の底部における波圧と等しい。マウンドの透水性が小さくなると、揚圧力分布は直線的ではなくなり、前趾の揚圧力はケーソン前面の底部に働く波圧に比べて小さく、また全揚圧力もマウンドの透水係数が大きい場合のそれに比べてかなり小さくなる。3) ケーソンのロッキングは、防波堤周辺地盤内の動水勾配を大きくし、マウンド法先付近の海底地盤においては液状化発生の可能性を高める。

キーワード： 波と海底地盤，揚圧力，多孔質弾性体理論，有限要素法，海底地盤の液状化

90168

間瀬 肇・古田幸也・酒井哲郎・浅野敏之・柳生忠彦

傾斜海浜に設置した人工海藻による波浪変形解析

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 90-94頁。

近年景観を損なわない海岸・海洋構造物の開発が盛んであるが、人工海藻工法はこの点を満足する。しかし、その実用化に当たっては、素材の選定、素材の固定方法や設置方法、人工の海藻の設置に伴う波浪や流況の変化予測等の検討すべき問題も多い。

本研究は、人工海藻が設置された傾斜海浜における二次元波浪場の浅水変形、屈折、回折および碎波変形を計算するための放物型方程式を示し、その妥当性を水理模型実験により検討した後、具体的な波浪変形計算を行ったものである。こうした計算モデルにより、所定の波高減衰効果を得るためにはどのくらいの規模の人工海藻が必要となるか、あるいはある規模の人工海藻が設置された場合にどの程度の波高減衰が生じるかを推定することができる。

キーワード： 人工海藻，放物型方程式，波浪変形，波浪制御

90169

間瀬 肇・林 克行・山下隆男

波浪観測データに基づく海岸波浪の波群特性の解析

海岸工学論文集, 36巻, 1989年, 124-128頁。

京都大学防災研究所附属大湊波浪観測所における波浪観測データを用い, 現地波浪の深海域から浅海域にかけての波群特性の空間変化, 波浪の波群性と波高分布との関連, および最大波の含む波群の特性を解析し, 従来の実験結果および理論結果と比較・検討した。本研究で得られた主要な結果は, 以下のとおりである。1) 深海域から浅海域にかけて波群の扁平化傾向がみられる。2) 波の波群化に伴い波高分布幅が広くなり, 高波高の出現率が大きくなる。3) 最大波を含む波高の連の長さは大きい, 前後の波は最大波と匹敵するような大きなものではない。スペクトル幅が広い場合には, 前後の波の波高は最大波高の約半分程度である。4) 最大波を含む波高の時系列は, スペクトル幅が狭い場合に, 振幅変調モデルおよび包絡ソリトンモデルから推定される波高の時系列と比較的一致する。

キーワード: 現地波浪, 波群特性, 波高分布, 振幅変調

90170

中 村 重 久

検潮井による検潮記録

うみ (日仏海洋学会誌), 27巻1-2号, 1989年, 9-14頁。

現在でも検潮井を利用して沿岸潮位を記録する例は, 世界各国にも多い。本文では, 検潮井によって得られた検潮記録に焦点をおいて検討した。とくに, 天文潮・台風による高潮・海底地震による津波の例について, それぞれの現象としての特徴を, 検潮記録例によって示すとともに, 潮位の変動速度と潮位との関係は力学的にみても意味のある重要な因子であることを述べた。このような現象は, 沿岸域の利用上, 人間活動に大きな影響を与えている。したがって, 現象は性格に高精度で記録としてとらえる必要がある。ここでは, 簡単な検潮井の力学的モデルによって, 検潮井によって得られた検潮記録についての検討を加え, 潮位の時間的変動の特性をどのようにとらえるべきかを論じた。

キーワード: 潮汐, 高潮, 津波, 検潮井, 検潮記録

90171

中 村 重 久

1707宝永津波のため山内村全村流亡

うみ（日仏海洋学会誌），27巻1-2号，1989年，72-76頁。

的確な津波の予・警報や対策は，社会的要請であるが，現在の科学的資料はなおまだ十分とは言えない。これを補う目的で，過去にさかのぼって歴史的資料を利用することを余儀なくされているのが現状である。本文では，1707年宝永の津波によって“日高郡山内村全て流亡”という記述に注目し，山内村の位置と当時の状況をさぐり，今後将来のための参考にすることとした。現地調査の結果，この山内村は，現在の和歌山県日高郡南部町字山内であることが判明した。この記述は，日高郡誌（1923，1970）には認められるが，大日本地震史料（1904）には記されていないことも判明した。また，未公表の資料も利用し，南部の津波について，羽鳥（1980）が報告しているもので，記述の十分とみられない部分について，現地踏査および史料収集の成果に立脚して考察をすすめた。また，上記関連地域の海岸災害対策の現状との関連も記した。

キーワード： 津波，南海道，津波史料，南部町，浸水，地形

90172

中 村 重 久

白浜海洋観測塔とその周辺の家象変動について

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，881-890頁。

白浜海洋観測塔による観測はすでに約30年になる。沖合海中固定点として，海岸災害の予測と対策の基礎研究の一端を荷っている。はじめに，異常潮位の定義について述べた。また，観測塔周辺の関連ある観測記録や資料を参考にして，家象変動の特性をいろいろの面から検討した。海岸災害の主因である津波・高潮を潮汐と対比して，その要点を述べた。1900年以来的の潮位変動の特徴も調べ，年平均潮位と数十年以上にわたる期間の変動の要因として，大地震前後の地殻変動の影響も考えられることを指摘した。観測塔の家象のうちとくに，風速・気温・水温・潮位の月平均がどのように変動しているかを示した。このような変動に関連のある日射・蒸発・降雨の年間変動から，熱収支等の問題点にもふれた。波浪の問題としては，1988年の例により5月の青嵐による波浪の特性を示した。また，観測塔の記録から，月最大値としての風浪とうねりとを1976-1988年の波候として示した。

キーワード： 白浜海洋観測塔，家象，潮位，波候，日射，蒸発，降雨

90173

Hirotake Imamoto and Taisuke Ishigaki**Turbulence, Secondary Flow and Boundary Shear Stress in a Trapezoidal Open Channel**

Proc, 23rd Congress of International Association for Hydraulic Research, Vol. A, 1989, pp. 23-30.

本論文は、台形断面開水路流れの隅角部付近の3次元流れ場の特性について実験的な検討を行った結果を示したものである。従来、隅角部には、隅角凹部に向かう2次流の存在が指摘されており、本研究は、この2次流そのものの特性を検討するとともに、速度分布および壁面せん断力分布などの平均特性との関係についても検討を加えたものである。

中立粒子を用いた流れの可視化法により、横断面内の2次流と2次流セル（水深スケールの縦渦）を、水路下流端に設けた観測窓より直接可視化することが可能であることを示すとともに、平均速度分布および壁面せん断力分布と2次流の関連について考察している。

キーワード： 開水路流れ、乱流、流れの可視化、台形断面水路

90174

Hirotake Imamoto and Taisuke Ishigaki**Secondary Flow in Compound Open Channel**

Computational Modelling and Experimental Method in Hydraulics, 1989, pp. 234-243.

複断面開水路流れでは、低水路流れと高水敷上流れの相互干渉が流れの構造を決める支配的な現象であり、従来種々の研究がなされている。本論文では、低水路法肩より水面に向う強い2次流がこの現象を解明する上で重要なものであることを種々の流れの可視化結果を用いて示している。また、流れの3次元性は平均速度の横断分布にも顕著に認められることを示すとともに、その分布形がレイノルズ応力分布より説明されることを指摘している。

本報は、実験的研究であり、低水路と高水敷の境界部付近の流れを、水素気泡法および中立粒子トレーサ法にて、水面、縦断面および横断面流況を可視化し、境界部の2次流、縦渦、水面渦などの特性について検討を加えたものである。

キーワード： 開水路流れ、乱流、2次流、複断面水路

90175

今本博健・石垣泰輔

複断面開水路流れの斜昇流に関する実験的研究

水工学論文集, 34巻, 1990年, 403-408頁。

複断面開水路流れでは, 流れの抵抗および高水敷の堆砂機構などに未解明な点が残されている。これらを解明する基礎として, 流れの相互干渉に支配的な斜昇流の特性を実験的に検討し, 低水路流れと高水敷上流れの混合機構を明らかにするのが本研究の目的である。本研究では, 著者らが台形開水路流れの3次元構造を可視化するために用いた横断面内2次流直接可視化法を複断面流れに適用し, 斜昇流およびそれにより誘起される2次流セルの特性について検討した。その結果, 斜昇流が断面平均流速の10%を越える速度を示すこと, 低水路側と高水敷側に水深スケールの縦渦（ここでは2次流セルと呼ぶ）を誘起すること, 流体の混合にある一定のパターンが認められること, などが知れた。なお, 斜昇流とは, 低水路法肩より水面に向う強い2次流である。

キーワード： 複断面水路, 開水路流れ, 乱流, 2次流

90176

今本博健・石垣泰輔・西田 雅

台形断面開水路流れの水理特性について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 935-949頁。

本研究は, 台形断面開水路における乱流状態の流れについて, その3次元性の主要因である2次流およびそれにより形成される2次流セルに着目して実施した種々の実験結果を示し, 2次流そのものの特性を検討するとともに速度分布および壁面せん断力分布などの平均特性との関係についても検討を加えたものである。

中立粒子を用いた流れの可視化法により, 横断面内の2次流と2次流セルを, 水路下流端に設けた観測窓より直接可視化することが可能となり, 2次流セルの大きさ・外縁速度・強さなどを定量的に評価するとともに, 壁面せん断力の波状分布が2次流セルの発生位置との関連で説明されるなどの興味ある知見が得られた。

キーワード： 開水路流れ, 乱流, 流れの可視化, 台形断面水路

90177

宇民 正・上野鉄男

複断面蛇行流の可視化観測

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 963-983頁。

複断面蛇行流の水平断面をシート状の光で照射してそこでの流況を二台のカメラを用いて僅かな時間差で撮影した。得られた写真フィルムの濃淡を数値化して画像処理によって断面内の流速ベクトルの分布を計算した。

それらを用いて、各断面における流線、渦度分布および二次元発散分布を求め、流れの構造を検討した。その結果、高水敷上の流れは堤防の凸岸下流に発達する大規模な剥離渦とそれ以外の領域に発達する並列らせん流から成っていること、低水路内の流れは高水敷面の高さを境として異なる性質をもち、下層の流れは低水路の深さのスケールをもつ縦渦で特徴づけられることがわかった。また、低水路側面近傍においては、側壁面に発達する剥離せん断渦と流れの上層部におけるせん断渦とが結合して大規模な渦列が形成される。これらの渦の三次元的な構造が明らかにされ、また、そのような渦が実河川で現れる場合の渦の役割について考察した。

キーワード： 流れの可視化, 画像処理, 乱流構造, 複断面蛇行流

90178

宇民 正・上野鉄男

画像処理による曲線水路の断層面内流況の乱流構造の測定

水工学論文集, 34巻, 1990年, 653-658頁。

曲線水路の流れにおいては、複雑な渦構造がその基本となっている。この渦構造は、空間的に変形しながら、発生・成長・減衰・消滅といった過程を経る。このような流れの計測には、固定点計測法は有効ではなく、流れの可視化法によらざるをえない。

本研究では、複断面蛇行流の水平断面にシート状の光を照射して、断面内流況を可視化し、写真画像を画像することにより流速の二次元分布を測定する方法を示した。この方法は、①蛇行水路といった複雑な境界条件下の流れの計測に適用できる。②乱流現象といった複雑な現象の計測に適用できる。③60 cm×100 cm といった広範にわたる流速が測定できるという点で、とりわけ優位であることが示された。

最後に、実験結果に基づいて、洪水時に河岸に形成される大規模渦の機構について考察を加えた。

キーワード： 流れの可視化, 画像処理, 乱流構造, 複断面蛇行流

90179

上野鉄男・宇民 正

二次元パターン認識による開水路乱流構造の検討

水工学論文集, 34巻, 1990年, 659-664頁。

開水路流れの水平断層面の可視化写真を画像処理して得られたデータに, 二次元パターン認識法を適用して, 開水路乱流の組織構造を検討した。すなわち, 乱流場の基本構造は馬蹄型渦の水平断面を示す渦対構造であると考えて, 渦対構造を基本とするいくつかの検出パターンを設定し, それと渦度場との相関をとることによって渦対およびそれらの特徴的な配列状態を検出した。また, 検出点付近の水理量のアンサンブル平均を計算した。

その結果次のことが明らかとなった。

①本研究で用いられた渦度分布に関するパターン認識法によって, 一次元パターン認識法では捉えられなかった特徴的な渦対構造ならびに渦対の二次元的な配列状況が検出された。②水理量のアンサンブル平均から, 渦対内の流速分布や上昇流の発生位置に関して規則性が見いだされた。③プローブ計測で捉えられる急激な加速現象は, 渦対が千鳥状に配列される場合に発生することがわかった。

キーワード： 流れの可視化, 画像処理, 乱流構造, パターン認識

90180

中川博次・村上正吾・後藤仁志

河床波上の流れの構造と浮遊粒子の拡散過程について

水工学論文集, 34巻, 1990年, 523-528頁。

河床波の発生・発達過程を掃流砂のみの非平衡性から論じる際には, 底面せん断応力と河床形状の位相差が重要な役割を果たし, このため河床波上のせん断応力分布についての多くの研究が行われた。しかしながら upper regime での河床波を論じる際には浮遊砂についての考慮が必要となる。浮遊砂は流れの全領域に分布することから, 単に底面せん断応力にとどまらず, 河床波上の流れの構造についての定量的評価が必要とされる。本研究では, 河床波上の流れの構造を $k-\epsilon$ 乱流モデルを用いて数値シミュレーションし, その結果を同一条件下での実測値と比較し, 計算法の妥当性を検証した。さらに乱流モデルによって模擬された流れ場における浮遊粒子の拡散過程を運動方程式にもとづいて Lagrange 的に追跡し, 浮遊砂濃度分布の空間的变化を明らかにした。計算結果は実測値と良好な一致を示し, 流砂モデルの妥当性も確認された。

キーワード： 河床波, 浮遊砂, 乱流モデル

90181

中川博次・辻本哲郎・清水義彦

植生を伴う開水路流れの構造に関する研究

水工学論文集, 34巻, 1990年, 475-480頁。

実河川の河床や河川敷には葦や灌木などの植生群落がしばしば見られる。洪水の疎通能力阻害といったマイナス面に加え、植生による水衝・洗掘抑制（堆積促進）、植生による自浄作用の促進、植生による様々な生態棲息場の保全、親しみやすい水辺環境の醸成などプラス面の積極的評価のために、近年、植生の絡む水理現象の解明が強く望まれている。本研究ではこうした点に鑑み、植生上の流れの構造についての基礎的知見を得ようとしたものである。すなわち高さのそろった円柱が等しい spacing で配列された植生群モデルを実験水路に用意し（水流に対してほとんど変形しない剛（rigid）なタイプと、変形し、振動・揺動する柔軟（flexible）なタイプを比較した）、その上に2次元等流を導き、流速分布、乱れの特性量を詳細に計測した。

キーワード： 植生, 開水路流, 乱流, 流速分布

90182

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Yoshihiko Shimizu

Turbulent Flow with Small Relative Submergence

Proc. of International Workshop on Fluvial Hydraulics of Mountain Regions, 1989, pp. A19-A30.

相対水深の小さな流れでは、とくに河床近傍における乱流構造が相対水深の充分大きい場合に比べ著しく異なり、それが山地河川などの移動床過程に大きく影響するものと考えられる。本研究では水路実験における乱れ計測から、河床近傍において平均流速分布や乱れ強度の一樣化、Reynolds 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。すなわち、相関・スペクトル解析より、比較的周期的な組織構造を見だし、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推測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： 山地河川, 乱流構造, レイノルズ応力

90183

Hiroji Nakagawa**Analysis of Disastrous Failures of River Structures due to Flooding**

Proc. of the Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 457-466.

最近、日本の多くの河川では流域における土砂流出の抑制等による流送土砂量の減少が全体的な河床低下や局所的な深掘れを誘起し、洪水時に河道内に設置された構造物が災害を受ける例が頻発している。こうした災害は構造物の機能を損なうだけでなく、河道や他の構造物にまで被害が及んだり、それに起因する破堤などにより堤内地まで被害が及ぶこともある。このような災害を未然に防ぐためには、河川構造物の健全度を河道のそれとの関連で把握しておくことが必要であるが、現象の複雑さのために個々の災害現象を個別に考察した以上の成果は得られていない。本研究では、近畿地方で1982年、83年に発生した河川・構造物災害の調査にもとづいて災害の発生機構を水理学的に検討し、災害形態の分類を行うとともに、合理的な災害防止対策を見出すための知見を得ようとしたものである。

キーワード： 河川構造物災害，河道災害

90184

Hiroji Nakagawa, Tetsuro Tsujimoto and Yoshihiko Shimizu**Scouring by Sweeping Sand from Block-Protected Area**

Journal of Hydrosience and Hydraulic Engineering, Vol. 6, 1988, pp. 13-22.

堰構造物の洪水時の被災事例を調べると、災害を生じさせる直接的な作用現象の1つとして護床工下部からの土砂の抜け出し現象があげられる。すなわち水叩き部及び護床工上部の加速された流水は護床工間隙の土砂を洗い流し、その下部から土砂を流出させる。さらにそれらが引き金となって水叩き部まで空洞化を引き起こし、パイピングを誘発させ、それらが複合化された形で著しい破損に至ることもある。本研究は、堰構造物の典型的な被災形式の1つである護床工下部の砂粒の抜け出しに着目して、その進行性破壊機構を水理実験を通じて把握し、その流れ構造と流砂運動を明らかにすることを目的としている。すなわち、水理実験より護床工下部の空洞化に関する素過程を抽出し、空洞化進行過程のモデリングを行って、護床工下部からの抜け出し流砂量を見積り、さらに最大空洞化スケールを理論的に算出した。

キーワード： 堰，水理実験，局所洗掘，護床工，パイピング

90185

Iehisa Nezu, Hiroji Nakagawa, Masakazu Mitsunani and Nobuya Kawashima
Measurements of Cellular Secondary Currents and Sand Ribbons in Fluvial Open Channel Flows

Laser and Hot/Film Velocimetries and their Application II Assoc. for Study of Flow Measurements, Power Co., Vol. 5, 1989, pp. 9-24.

平坦河床上に形成されるサンドリボン、河川のセル状の2次流（縦渦ともいう）によって形成されるらしいことが国内外の研究者によってここ20年ぐらいの間に指摘されるようになった。筆者らは、これらのかなり研究困難ではあるが、水工学上また流体力学上重要な課題を解明するため、最初は風洞を用いて、最近の高精度レーザー流速計が入手できるようになってからは固定床水路で詳細な実験及び理論解析をここ10年間ほど鋭意進めて来た。その結果、コーナー2次流や河床面の不規則な凸凹が第1の2次流セルの引き金となるが、これが発生した後は、河床と既存の2次流の複雑な相互作用で、整然とした2次流セル群・サンドリボンが形成されるという「2次流—河床面相互作用」説を提案した。

本研究は、河川をモデル化した移動床水路を用いてこの説の妥当性をレーザー流速計及び河床面計測超音波測深器を用いて実証したものである。

キーワード： 河川2次流、縦渦の発達機構、移動床上の乱流計測、レーザー流速計

90186

禰津家久・中川博次

開水路粗度急変流れの乱流構造とバースト現象に関する研究

第21回乱流シンポジウム論文集, 21巻, 1989, 270-274頁。

組織乱流であるバースト現象に及ぼす粗度急変の影響を解明することは流体力学上きわめて重要な課題である。滑面乱流に比べて、粗面乱流のバースト現象に関する研究は数少なく、不明な点が多い。筆者らは、以前(1977)、粗面乱流にも滑面乱流と同様なバースト現象が存在することを発見し、バースト運動を構成する Ejection 運動と Sweep 運動の寄与率は、滑面 ($k_s^*=0$) だと $y^*>10$ のバッファー層以上で Ejection が Sweep より大きな寄与をレイノルズ応力の発生すなわち乱れの発生に及ぼすが、不完全粗面 ($5<k_s^*<70$) さらに完全粗面 ($k_s^*>70$) へと粗度要素 k_s^* が増大すると Sweep 運動が Ejection 運動と同程度かそれ以上に強くなることを明らかにした。1980年代前半までバースト現象に関する研究が精力的に行われ、バースト周期は最大流速 U_{max} 及び水深 h による外部変数を支配されることが定説になっていた。しかし最近、Blackwelder (1987) 等は、この外部変数説で否定し、バースト周期が摩擦速度 U_* 及び渦動粘性 ν によって支配されるという内部変数説を提唱し、乱流研究の中で少なからず混乱が起きている。このバースト周期の内部・外部変数の依存性を解明するには、①非常に高いレイノルズ数の実験を行い、 U_* を大幅に変化させるか、②壁面粗度を変化させ、その結果として U_* を大幅に変化させて内部変数の依存性を検討することが考えられる。本研究では、粗度急変場において②を検討し、バースト周期の内部・外部変数の依存性を解明する緒としたものである。

キーワード： 組織乱流、バースト、粗度急変流れ、せん断応力、掃流力

90187

Iehisa Nezu and Hiroji Nakagawa**Accurate Measurements of Space-time Correlations of Coherent Vortex behind Dunes in Turbulent Open-Channel Flows with Combination of Laser-Doppler Anemometer and Hot-Film Anemometer**

Proc. of Workshop on Instrumentation for Hydraulic Laboratories, Canada Centre for Inland Waters/IAHR, Burlington, Canada, 1989, pp. 29-44.

移動床の浮遊砂は、河床波背後から間欠的に巻き上げられ、それが流れによって輸送される現象であることが多くの水理・河川技術者によって指摘されている。この浮遊砂機構を解明するキーポイントは、河床波背後からの土砂の浮上現象をいかに流体力学的に説明するかにある。筆者らは、ステップ流あるいはこの形状がある角度をもつ河床波流の直下にケルヴィン・ヘルムホルツの不安定性から発生した剝離渦が再付着点付近に大規模な低周波変動を引き起こし、これが大規模な組織渦であるコルク・ボイル渦を吐き出す主要原因であることを突き止めた。

次に、問題となるのは、このコルク渦によって河床の土砂がいかに巻き上げられるかである。このかなり困難な課題を解決するには、組織渦を計測する流速計と、浮遊砂を計測する濃度計の同時計測が不可欠である。

本研究は、流速計としてホット・フィルム流速計あるいはレーザ流速計を、濃度計として光学式濃度計を用いて、速度—速度相関、速度—濃度相関を計測したものであり、上記の課題を遂行する緒とした。

キーワード： 河床波上の流れ、浮遊砂、組織渦、浮遊機構、レーザ流速計、ホットフィルム流速計

90188

Iehisa Nezu, Hiroji Nakagawa and Wolfgang Rodi**Significant Difference between Secondary Currents in Closed Channels and Narrow Open Channels**

Proc. of 23rd Congress of IAHR, Ottawa, Canada, Vol. A, 1989, pp. 125-132.

管路流の2次流（コーナー流という）は、機械工学の分野で1960年頃から熱線流速計を用いて計測され、その発生機構や乱流構造はかなり解明された。一方、自由水面を有する開水路の2次流研究は、水流の乱れ計測の困難さのため、「管路流と同様にコーナーに向かう2次流が存在するであろう」とした推測の域をなかなか抜け出せなかった。開水路の2次流を、福津らが発見した自由水面による乱れの低減効果を導入して、Rodiら（1982）が数値計算すると、管路の2次流とかなり相違した特性が得られた。

この管路と開水路の2次流の相違が本質的なものを解明するピックプロジェクトが京都大学とカールスルーエ大学との共同研究で1983年から行われるようになった。

本研究は、そのプロジェクトの研究成果の主要な一端を発表したものである。すなわち、幅の小さな開水路（ $B/h < 5$ ）の2次流は、管路の2次流と本質的に相違することが明らかとなった。

キーワード： 2次流、管路流、開水路流、最大流速点降下現象、コーナー流

90189

Iehisa Nezu and Hiroji Nakagawa**Self Forming Mechanism of Longitudinal Sand Ridges and Troughs in Fluvial Open-channel Flows**

Proc. of 23rd. Congress of IAHR, Ottawa, Canada, Vol. B, 1989, pp. 65-72.

平坦河床あるいはまた砂州には、流下方向に峰をもつサンドリボンが自然に形成される。この形成過程は、長いこと謎であった。このようなサンドリボンは、海流や潮流が存在する海底面でも形成されることがドイツのキール大学グループらによって超音波測深機を使って発見されている。また、砂丘にも風によってきれいな風紋が形成されるが、風向に直角な方向に峰が向くリップルよりむしろ風向に平行した上記のサンドリボンの方が重要であり、時には何キロにも渡って形成されることが指摘されている。

この種のサンドリボンは同様な機構によって自然発生することが強く示唆される。本研究は、以上のことを念頭において、河川で見られるサンドリボンの発生機構を論じたものである。そして、このサンドリボンの発生には、2次流セル群との相互作用がキーポイントであることが結論づけられている。

キーワード： 移動床流れ、サンドリボン、河床波、縦筋

90190

禰津家久・中川博次・川嵩伸哉・瀬谷和彦・鈴木康弘**底面粗度が急変する開水路流れの乱流構造**

第5回流れの計測大阪シンポジウム, 1989, 73-84頁。

本研究は、粗度急変に伴う乱流構造の変化特性を系統的に検討するために、粗度急変点で水深変化がほとんど起きないフルード数が小さいケースを対象として、滑面から粗面あるいは逆に粗面から滑面に河床が急変する流れを2成分レーザ流速計を用いて高精度に計測したものである。これらの高精度な実験値をデータベースにして、粗度急変流に適用される $k-\epsilon$ モデルなどの数値計算手法を開発することが本研究の今後のプロジェクトの1つであるが、そのためには粗度急変点を挟んで前後の河床の座標原点を一致させておくことがキーポイントとなる。

流速分布、乱れ強度分布、レイノルズ応力分布の流下方向への変化特性や内部境界層の発達特性が考察されている。

キーワード： 急変粗度、乱流構造、対数則、乱れ強度、粗面乱流、内部境界層

90191

瀬津家久・中川博次・瀬谷和彦・鈴木康弘

開水路粗度急変流れの流速分布及び河床せん断応力の応答特性

水工学論文集, 34巻, 1990年, 505-510頁。

本研究は、開水路流れを対象にして、河床条件が滑面から粗面へ、また逆に粗面から滑面に急変したときの乱流構造を2成分レーザ流速計で高精度に計測し、粗度急変に伴う平均流速分布、壁面せん断応力分布及び内部境界層の発達特性を系統的に解明したものである。さらに乱れ強度やレイノルズ応力分布の変化特性を検討した。粗度急変に対する乱流の応答は、河床近傍で急激に現れる。粗度要素が大きいと、この応答特性はより顕著となり、流下方向に対してオーバーシュートすると言うきわめて重要な結果が得られた。これらの知見は、河川の床固めや護岸を施工する上で看過できない重要な特性であり、河川工学上きわめて貴重な結果と考えられる。今後、これらの実験特性値を説明できる乱流モデルを開発していきたい。

キーワード： 粗度急変流れ、オーバーシュート特性、河床せん断応力、流速分布

90192

Mutsumi Kadoya and Haruya Tanakamaru

Long and Short Terms Runoff Model and its Application to Real-Time Flood Forecasting

Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources Systems, 1989, pp. 288-302.

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を滋賀県愛知川上流の永源寺ダム流域(132 km²)に適用し、その適応性を吟味した。ここでは、このモデルを全流域集中型モデルとして適用した場合に加えて、降雨特性および地質特性が異なる2支流のそれぞれにモデルを当てはめる並列モデルとして適用した場合も併せて検討した。2年間の資料をモデル同定に用い、9～11年間の資料で検証したところ、いずれのモデルも洪水・長期流量の再現性は相対誤差でそれぞれ25%, 30%程度となること、並列モデルの方が若干ではあるが再現性が良いことが分かった。さらに、洪水時の実時間予測の精度を向上させるため、集中型モデルにフィルタリング手法を併用した予測システムを構築し、1～3時間先の洪水流量が実用上十分な精度で予測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

90193

石原安雄・下島栄一・原田 大

拘束された地下水面を下方にもつ裸地蒸発について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 281-295頁。

一定の深さに地下水面をもつ様な砂地に, 速度, 温度, 湿度が一定な乱れた地表風が吹き続けるという状況を想定し, 砂層を用いた室内蒸発実験を行った。得られた結果を要約すると, 以下の通りである。1) 蒸発が砂層表面下で生起している場合でも, 風は砂層内の現象に影響を及ぼす。蒸発面が浅い (1 cm 程度) と, 風速が大きな程定常時の蒸発強度は大きくなるが, 蒸発面が 3 cm 程度と深くなると, その影響は小さくなる。2) 蒸発面がある程度深くなると, 定常蒸発強度の逆数は地下水面の深さの一次関数で表わせる。3) 蒸発面が砂層中に位置するとき, ある風速 (150 cm/s) で現象が定常になった段階で風速を増大 (290 cm/s) さすと, 蒸発強度や砂層の温度は若干増加する。しかし, 風速を逆に 290 cm/s から 150 cm/s に低下させると, 同温度はほとんど変化しないが, 蒸発強度は若干減少する。これらの現象は, 乱れた風と砂層表面直下の空気との乱流拡散的な交換過程の存在を示唆する。

キーワード: 裸地蒸発, 地下水面, 地表風, 実験

90194

Yasuo Ishihara and Eiichi Shimojima

A Laboratory Experiment on the Evaporation from Bare Land with an Underlying Unrestricted Water Table.

Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Vol. 39, Part 3, 1989, pp. 23-61.

拘束されない地下水面を下方にもつ裸地 (砂漠) からの蒸発過程を解明するために, 種々の多孔質層 (砂, 赤玉土, ビー玉) に一定の速度, 温度, 湿度をもつ乱れた気流を与え続けて蒸発実験を行った。得られた結果は以下の通りである。1) 乱れた気流は蒸発強度 (E) に影響を与える。その程度は地下水面の深さ (Z_w) が大きくなると小さくなる。2) 同乱流が多孔質層内の水蒸気移動に顕著な影響を与えるとき, E/u_* と Z_w の関係は風速に関係なく決る。ここに, u_* は摩擦速度である。3) 蒸発強度の変化が第二段階にある時, E と Z_w の経時変化は指数関数で近似できる。特に二重の空隙構造をもつ赤玉土層の場合, この段階が長時間続く。4) 第三段階では, E はシフトした時間 (t') の平方根に反比例して減少する。その際, Z_w 及び蒸発面の深さ (Z_e) は t' の平方根の関数に従って増大する。砂の場合, Z_e の増加割合は Z_w の同割合の半分程度となる。

キーワード: 裸地蒸発, 地下水面, 地表風, 実験

90195

小葉竹 重 機

簡易式による蒸発散量の推定

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 309-317頁。

蒸発散能を与える簡易式である Thornthwaite と Hamon の式から計算される値と, 実流域の水収支から推定される地域別の年間実蒸発散量を比較し, 両者の関係を明らかにした。実流域の水収支計算は各地方別に日本海側を除く地域から67地点の流量観測所を選んだ。実蒸発散量と簡易式から計算された値を直接比較すると両者の間には全く相関はないが, 簡易式の値に年間降水量の比を用いた補正を行うと, 実蒸発散量との相関が高くなることが分った。また, この補正を行った簡易式による月別の蒸発散強度の計算値と実流域の一雨降雨の水収支から推定される月別実蒸発散強度を比較したところ, 計算値にさらに月別の晴天日数による補正を加えると両者はほぼ一致するようになることが分った。以上のような補正を行えば, ある地点の長期流出解析に用いるべき蒸発散強度の第0次近似を簡易式から得ることができるものと考えられる。

キーワード： 蒸発散, 水収支, 長期流出解析

90196

石原安雄・葛葉泰久・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(2)——蒸発に及ぼす風速変化の影響——

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 297-308頁。

裸地上に, 比較的長周期(3 h~12 h)の速度変動をする乱れた地表風が吹いたとき, この風による(裸地)蒸発がどのようなかを数値計算的に検討した。そこでは, 蒸発場を大気・土地系として捉え, 蒸発に関する基礎式を, 一様な土地条件, 水平方向に一様な気象条件, 地下には一定の深さに地下水面が存在するという条件等を設定して解き, 周期的な解を求めた。得られた結果を要約すると, 以下の通りである。1) 一周期の平均蒸発強度は, 1周期の平均風速下の蒸発強度でほぼ近似できる。2) 風速が種々の周期で変動するとき, それぞれの蒸発強度の周期的変化は時間を周期で無次元化して, 相似的に表わすことができる。3) 地面が湿潤, 乾燥の状態にあるとき, 風速と蒸発強度の間には位相差はないが, 地面水分量とには位相差があらわれる。ここに, 湿潤, 乾燥状態は土壌特性から定義される。4) 蒸発強度を蒸発能で除した量は地面水分量とほぼ1:1の関係にある。

キーワード： 裸地蒸発, 風速変動, 平均化, 数値計算

90197

Toshiharu Kojiri and Shuichi Ikebuchi**Real-Time Operation of Storage Reservoir based on Fuzzy Control Theory**

Proc. of Pacific Int. Seminar on Water Resources System, 1989, pp. 243-256.

洪水の防御策の中には、堤防や貯水池、遊水池の建設あるいは土地開発の抑制などがある。そして、求められる再現期間を有する洪水を防御するためのプロジェクトを進めて行くには、多大な時間と費用を必要とする。そこで、既存のシステムを有効に操作して洪水被害を少なくするための手法が必要となる。こういったシステムを有効に利用する方法は、堤防等の諸施設建設のための土地や予算の確保難から、次第に注目を集めてくるようになった。そういった状況を鑑み本論文ではダム貯水池操作に対する、ファジー推論を用いた意志決定支援システムを提案する。

キーワード： ダム貯水池操作、ファジー推論、ダム制御、意志決定、実時間操作、洪水

90198

中北英一・村田 啓・池淵周一・高樟琢馬

不安定場のモデル化と降雨分布の再現

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989，337-350頁。

メソ擾乱そのものを水蒸気から降水への変換能率が高い場という捉え方をし、これを不安定場とよぶことにする。本報告では、不安定場そのものはレーダー観測域を通過する間是不変であると考え、むしろ不安定場と流入する水蒸気および地形との相互作用によって降雨分布およびその時間変動形態を表現することを目的とする。

具体的には、短時間降雨予測への利用を考慮した形での、水蒸気流入場の設定方法、不安定場のモデル化と降雨分布の再現手法を示すとともに、1986年7月の梅雨末期に近畿地方で生じた豪雨への適用を通して、本手法の有効性を示す。

キーワード： レーダー、集中豪雨、降雨予測、梅雨、不安定場、水蒸気

90199

Eiichi Nakakita, Michiharu Shiiba, Shuichi Ikebuchi and Takuma Takasao
Advanced Use into Rainfall Prediction of Three-Dimensionally Scanning Radar
 Preprints of Int. Symp on Hydrological Application of Weather Radar 1989, G4 (11
 page)

物理的根拠のある短時間降雨予測手法の開発をめざして、梅雨時の集中豪雨に関して行った調査結果を示すとともに、それに基づいて開発している2つの手法、つまり3次元レーダー情報を用いた水蒸気相変化量の推定手法と不安定場モデルを導入した降雨分布の再現手法を示した。調査結果に関しては、降雨分布およびその時間変動は、地形および地形の影響を受けた下層の水蒸気流入場の影響を受けており、これら情報は地形の影響を受けた降雨分布の予測に有力な情報となることを示した。その観的に立って、流入水蒸気と地形との相互作用をモデル化し、それを利用して降雨分布の再現計算を行った結果、地形の影響を受けて変形するレイnbandを再現する等の良好な結果を得た。さらにそのモデルパラメータを推定するために3次元レーダー情報から算定した水蒸気相変化量の3次元分布は、豪雨時の下層からの水蒸気流入の重要性を示す等定量・定性的に有効であった。

キーワード： 短時間降雨予測，集中豪雨

90200

池淵周一・宮川裕史・河端伸一郎
 貯水池操作システムへのファジィ制御理論の適用に関する研究(Ⅱ)
 京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989，371-382頁。

ダムの貯水機能を活用し、時々刻々ダムからの放流量を定めるための意志決定問題、いわゆるダム貯水池の実時間操作に関し、現行のダム貯水池操作とりわけ本研究で対象とする洪水時の実時間操作においては、定量放流方式や定率・定量方針などが採用されているが、流量予測の精度が低いことに加え、洪水の程度によって調節効果が小さかったり人工洪水を誘引する可能性を含んでいる。本研究ではすでに開発されている観測・予測技術の成果を織り込むとともに、実際のダム操作を担当するオペレーターの実績や経験を踏まえての判断情報（定性的・言語的表現も含めたもの）を併合した制御方法を探るために、多目的ダムにおける洪水時の実時間操作に、ファジィ制御理論を導入する方法を展開し、仮想の単一ダム・単一評価地点系に適用した結果を示す。結論として、大洪水に対しては熟練オペレーターの判断に沿い、中小洪水に対しては定率・定量放流方式に基く結果を得た。

キーワード： ファジィ制御，洪水，ダム操作，人工知能，実時間操作

90201

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高埴琢馬

3次元レーダー雨量計情報の利用に関する基礎的研究(Ⅲ)

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 351-361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不可欠であり、こういった観点に立ってすでに、3次元レーダー情報から水蒸気相変化量を推定する手法を提案し、すでにブライトバンドより下層のデータへの適用を試みて、生じている現象を定性的に説明づける結果を得ている。本報告では、本手法の適用範囲をより上空に広げるばかりでなく定量的な説明力も追求してゆく目的で、本手法の特性あるいは問題点を調査の上、より上空のレーダーデータに適用した結果を示すとともに、あわせて定量的な有効性についても示す。

なお、対象とした降雨は1986年7月の梅雨末期に近畿地方で生じた集中豪雨である。

キーワード： レーダー、リモートセンシング、集中豪雨、降雨予測、ブライトバンド

90202

Toshiharu Kojiri, Shuichi Ikebuchi and Hisashi Yamada

Basinwide Flood Control System by Combining Prediction and Reservoir Operation

Stochastic Hydrology and Hydraulics Vol. 3, 1989, pp. 31-49.

我が国は、洪水防御というものを伝統的に堤防やダム貯水池等の構造物によって防いできたが、それらの建設には多大な時間と費用を用する。そこで、もう一つ、洪水被害を少なくするための洪水防御システム操作というものが考えられる。本論文では、流域全体から流出する流出流量の予測モデルと貯水池操作とを結合した洪水制御システムについて議論する。洪水予測の精度や所要計算時間の比較を行なうために、幾つかの異なった流出系を考えた。貯水池操作則は、ファジー推論をもとに構築した。提案する手法・理論の有効性を確認するために、過去の洪水時例への適用を試みた。

キーワード： ダム操作、洪水防御、流出予測、ファジー推論、制御システム

90203

池淵周一・土谷史郎・久保和幸・光田 寧

裸地蒸発量のモデル解析とその実証的研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 319-336頁。

降雨を伴う場合や短い時間単位では, 大型ライシメータの観測精度から, 観測的・統計的研究は困難である。そこで, 本研究では, 地表・大気系における水分や熱の空間的・時間的変化, あるいはその様々なパラメータが蒸発量にどのような影響を及ぼすかを明らかにするために, 物理的根拠を持った基礎方程式系を示すとともに, その数値解析を試み, 観測で得られた気象・水文データとの対比による実証的研究を展開する。すなわち, 土壤中の水分や熱の移動については De Vries が土壌内の水分移動および熱移動を同時に連立して記述する基礎方程式を誘導しているので, その基礎方程式を土壌中の基礎式として採用し, 差分展開することにより数値解析モデルを構成する。実際のデータを用いて長時間にわたり連続してシミュレーションを行うために, 地表面の境界条件に大気の安定度, 降雨の侵入を考慮に入れた式系を構成する。

キーワード: 蒸発, 土壌水分, ライシメータ, 陸域・大気系, 蒸発散, 数値解析

90204

池淵周一・白村 暁

利水システムの安全度評価とその淀川水系への適用に関する研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 383-400頁。

本研究では, 近年, 高度化・複雑化してきた水利用・開発形態を1つのシステムとして捉え, 信頼度および深刻度という安全度評価の概念を導入することにより, 利水システムの安全度評価を展開した。さらにこれを淀川水系に適用し, 現況における利水システムの安全度評価を行うとともに, シナリオによる利水システムの安全度評価を行い, 望ましい利水システムの構成を試みた。得られた結果の一部を示すと, (1)最上流地点の水量・水質レベルに対する条件付確率マトリックスを用いることによってシステム内における各評価地点の水量・水質レベルの状態確率が表現できることを示し, 各評価地点における安全度評価を理論的に可能とした, (2)利水システムの安全度評価を淀川水系に適用し, 各評価地点に対して, 現況における流量と水質の安全度を求め, さらにこれを統合することによりシステムとしての安全度評価を行った, などが挙げられる。

キーワード: 利水システム, 渇水, システム安全度, 水資源計画

90205

中北英一・椎葉充晴・池淵周一・高棹琢馬

3次元レーダー情報を利用した降雨予測手法の開発

水工学論文集, 34巻, 1990年, 91-96頁。

物理的根拠のある短時間降雨予測手法の開発を目指して開発を行っている2つの手法, つまり3次元レーダー情報を用いた水蒸気相変化量推定手法と不安定場概念を導入した降雨分布の再現手法を示すとともに, 実時間手法への発展をめざして, 前者の推定結果から後者のモデルパラメータを推定する手法も示した。水蒸気相変化量の推定手法に関しては, 数値計算により算定結果が定性・定量の両面から, 水収支という観点で有効であることを示した。また, 降雨の再現手法に関しては, 地形の影響を受けて変形して行くレインバンドの形態を再現する等の良好な結果を得た。さらに, 3次元レーダーから算定した水蒸気相変化量の3次分布から算定される降雨再現手法のモデルパラメータは, 移動に伴う構造の変化が降雨分布に比して小さいことを示し, モデルパラメータの移流, つまり不安定場の移流を通して, 地形の影響を受けた降雨分布の予測が可能であることを示した。

キーワード: 短時間降雨予測, レーダー, 3次元レーダー, 集中豪雨, 水蒸気, リモートセンシング

90206

Takuma Takasao, Michiharu Shiiba and Tomoharu Hori

Design of a Flood Control Support System Based on a Distributed Knowledge-base Model

Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources System Aug. 8-10, 1989, Tomamu, 1989, pp. 272-287.

本研究では, 洪水制御に必要な様々な形態の情報を処理できるとともに, 知識ベースの改良や追加が容易にできることを念頭におき協調問題解決モデルを用いて洪水制御支援システムの設計を行った。ここで設計したシステムは, 従来の流出予測ソフトウェアから成る手続き型情報処理システムと, 知識ベースに基づく推論を行う推論システムから成る。推論システムは, 各々が推論エンジン・知識ベース・データベースを持ち, 洪水制御における部分問題を担当する知識システムの集団からなっている。全体的な推論は, 知識システム内での推論と他の知識システムとの通信, さらに, 手続き型情報処理システムとの情報交換を通じて協調的に進められる。

以上の洪水制御支援システムを淀川水系天ヶ瀬ダムによる洪水制御の支援に適用するとともに, 推論結果をユーザにわかりやすく提供すべく画面表示システムについても検討し, その実現性と今後の改良方向を明らかにした。

キーワード: 洪水制御, ダム操作, エキスパートシステム, 協調問題解決, オブジェクト指向

90207

高棹琢馬・宝 馨・清水 章
極値分布の母数推定法の比較評価

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，455-469頁。

水文頻度解析においてしばしば用いられる極値分布（Gumbel 分布と一般化極値分布）に対してこれまでに提案されてきた種々の母数推定法の優劣を，モンテカルロ実験により明らかにした。

評価の手順は，以下のようである。

1) 母集団を設定（母数の真値を仮定）；2) 母集団から大きさ N の標本を乱数発生手法により抽出する；3) 発生させた標本に対して各々の推定法により母数と確率水文量を求める；4) 上記 2 と 3 の手順を M 回繰り返し，各々の推定法による母数と確率水文量の推定値の平均値と標準偏差と MSE（平均平方誤差）を算出する；5) MSE の小さい（すなわち，真値からの偏りが小さく，かつ，推定誤差が小さい）推定値を与える推定法が良いと判断する。

Gumbel 分布に対しては最尤法が，一般化極値分布には PWM が最も良い推定法であることが分かった。

キーワード： 頻度解析，極値，モンテカルロ実験，再現確率，母数推定

90208

高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴・佐々木秀紀
分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，401-413頁。

本研究では，洪水管理に必要となる多様な情報処理形態に対応するとともに，知識の保守・管理の利便性を高め，問題の大規模化・複雑化にも対処すべく，分散協調問題解決モデルを用いた洪水制御支援システムの設計を行い，実流域への適用を通じてその適用性と問題点を検討した。具体的には，

(1) 推論システムに協調問題解決モデルを導入するとともに，推論システムを構成する個々の知識システムをプロダクションシステムを用いて構成し，問題の大規模化・複雑化への対応を容易にした。

(2) 手続き型知識システムから与えられる流量予測結果を用いた推論ルールについて検討し，手続き型情報処理システムと推論システムが協調して洪水制御支援にあたる枠組みを提供した。

(3) 推論結果が容易に把握できる画面表示システムを実現し，意志決定の際の負担を減少させた。

キーワード： 洪水調節，ダム操作，エキスパートシステム，オブジェクト指向，協調問題解決

90209

宝 馨・高棹琢馬

水文頻度解析モデルの母数推定法の比較評価

水工学論文集, 34巻, 1990年, 7-12頁。

水文頻度解析においてよく用いられる3つの確率分布モデルに対してこれまでに提案されてきた種々の母数推定法の優劣を、標本の大きさ（データ個数）とも関連付けながら、モンテカルロ実験により明らかにした。優劣の評価基準として再現確率統計量の平均二乗誤差（MSE）を採用している。三母数対数正規分布については、最尤法、最小二乗法、積率法、石原・高瀬法、PWM法、岩井改良法、およびSextile法を比較し、小標本では積率法や石原・高瀬法が良く、標本サイズが大きくなると最尤法やHazenのプロットィング・ポジション公式を用いた最小二乗法が優れていることが判った。Gumbel分布については最尤法、最小二乗法、積率法、PWM法、最大エントロピー法を比較した。標本の大きさに関わらず最尤法が最も良い推定法である。また、一般化極値分布については、最尤法、積率法、PWM法の中でPWM法が極めて優れた方法であることが明らかになった。

キーワード： 頻度解析, 極値, モンテカルロ実験, 再現確率, 母数推定

90210

高棹琢馬・宝 馨・丸川幸治

渇水対策ダムの導入が利水安全度に及ぼす効果に関する基礎的研究

水文・水資源学会1989年研究発表会要旨集, 1989年, 75-78頁。

渇水対策ダムは、既存の利水システムは現在の計画基準である10年に1度起こる程度の渇水に対処し得るようにしておいて、それを超過する渇水に対して予備的に容量を確保しておくものであって、通常の利水容量のほかに、異常渇水時において社会生活を維持するために必要最小限の生活用水・都市活動用水などを供給するものである。本研究では、1978年に甚大な渇水被害を受けた福岡市域を対象として、この地域に渇水対策ダムを導入すれば利水安全度がどの程度向上するかという点について数値シミュレーションにより検討を加えた。

利水安全度指標として、信頼度、回復度、深刻度といった指標を用い、1977年（渇水発生時）、1987年、2001年の各時点における安全度を、渇水対策ダムのない場合とある場合について調べた。貯水容量と流入率の二つのパラメータを用いて、渇水対策ダムの規模と利水安全度の向上との関係が明らかにされた。

キーワード： 渇水, 貯水池, 信頼性解析, 利水システム, 福岡市

90211

高棹琢馬・椎葉充晴・堀 智晴・佐々木秀紀

協調問題解決型洪水制御支援環境の設計

水工学論文集, 34巻, 1990年, 595-600頁。

本研究では、洪水の制御が降雨・流量の確率予測のように主として数学的なモデル化の適した定量的かつ手続き的なデータ処理と、ダム操作規則のように言語形式で表される知識や河川管理者個人の資質や経験に依存する定性的な情報処理との両者を統合したものであることに注意し、数学的モデル化の可能な問題を処理する手続き型知識システムと言語形式で表現される知識の利用機構である推論システムとの協調と、推論システム内部での知識システム間の協調を軸とした協調問題解決型洪水制御支援環境を提案した。また、知識システムとして、確定的なプロダクションシステムによる推論を行うものと、ファジイ推論を行うものの両者を導入することにより、実務者の意志決定過程を計算機上に再現する方法について検討した。以上の環境をオブジェクト指向プログラミングの手法を用いて実現し、実流域に適用することを通じて、その性能や実用化の可能性を示した。

キーワード： 洪水制御, ダム操作, エキスパートシステム, ファジイ推論, 協調問題解決

90212

高棹琢馬・宝 馨・溝淵伸一・杉原宏章

国土数値情報を用いた水文地形解析に関する基礎的研究

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 435-454頁。

国土数値情報の標高データファイル (KS110-1), 流路位置ファイル (KS-272) および流域界, 非集水域界ファイル (KS-273) を大型計算機で処理し, 位数・マグニチュードに基づく河道網系の地形量, 流域の三次元的特性を算定・解析するシステムを構築した。これにより, 日本全国の多数の流域を対象として解析を行ない, 国土数値情報の水文地形解析への適用の可能性を探った。

流域に掛けられたメッシュ交点の標高データを用いて落水線網を求め, 一次河道の規模を定めるしきい値を設定して擬河道網を抽出する。この際, 現実の河道網に近似度の高い擬河道網を作成することが望ましい。この観点から, いくつかの地形特性量を規準として最適なしきい値を面積数百 km^2 の10流域について調べた。また, 流域の三次元構造の図示河道網形成のトポロジーランダム性の検討を行なった。さらに, メッシュスケールが解析結果に及ぼす影響についても検討している。

キーワード： デジタルマップ, 河道網, 地形則, 落水線, GIS

90213

Takuma Takasao, Michiharu Shiiba and Kaoru Takara**Stochastic State-Space Techniques for Flood Runoff Forecasting**

Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources Systems, 1989, pp. 117-132.

本論文は、最近10年間に若者らが展開した、カルマンフィルターを中心とした状態空間法の手法を用いた実時間洪水流出予測手法をとりまとめたものである。

最初に、洪水流出予測問題を、流出システムの挙動を表わす非線形の確率微分方程式と離散時間で出力である流出量を観測する観測式とからなる連続-離散システムのフィルタリング・予測問題として一般的に定式化している。

この場合の雑音項の取扱いに関して、定常・非定常、白色・有色のいずれが適当であり、どのように処理すればよいか、システムの非線形性をどのような手法で扱えばよいかを議論している。

雑音項は有色・非定常として扱うのが適当であり、統計的2次近似手法が拡張カルマンフィルターよりも良い結果を与えることが報告されている。

キーワード： 洪水予報，洪水流出

90214

高棹琢馬・椎葉充晴・立川康人・山口昌利**流域地形構造を考慮した流域場モデルの自動生成**

京都大学防災研究所年報，第32号 B-2，1989年，415-433頁。

数値化された地理的情報（流域に設定したメッシュ格子点の標高と流路位置の情報）を利用して、流域地形構造に即した雨水の流動場を電子計算機を用いて自動的にモデル化し、そこでの雨水流動を追跡計算する形の流出モデルを構成している。

数値化された地理的情報の形式を定形化し小流域に対してはデジタイザーを利用したデータ入力システムを用意し、大流域に対しては国土数値情報を利用するものとして、任意のスケールの流域で利用できるようにしている。

流域場モデルの生成の例として、滋賀県野洲川支川荒川試験地梅ヶ谷流域と長野県木曽川上流の伊那川流域を取り上げている。伊那川流域については、斜面要素の流出モデルとして、円錐面上の流れのモデルを採用して流域全体からの流出を計算して、実測流量をおおむね再現し得ることを示している。

キーワード： DTM，河道網，河川地形，流出モデル

90215

椎 葉 充 晴

降雨場の確率モデルとその応用

第3回河川・海岸シンポジウム確率過程・極値と安全性, 1989年, 1-12頁。

近年, レーダ雨量計や気象衛星などの即時的・広域の水文観測体制が急速に整備されつつあり, 降雨の空間的・時間的変動がかかってない空間的・時間的密度で得られるようになっている。これらのデータを有効に利用し, 降雨の時間的・空間的挙動が流出に及ぼす影響を明らかにすることが可能になってきている。

力学・乱流混合・雲物理・放射などの物理過程を考慮した対流モデルは, 実際問題として, 初期・境界値が得られないという難点もあって, 当面, 水文流出系の分析・予測には応用し得ない。今, 最も有力なのは, 降雨現象を場の確率モデルで表現し, その変化過程を分析することではないだろうか。

こうした観点から, 場の確率モデルとしてポイントプロセス理論を用いた事例や, その結果を用いた降雨・流量の観測所の配置問題の解法などをレビューして, 今後の研究方向を議論している。

キーワード: 降雨場, ランダムフィールド, 降雨流量観測網

90216

高棹琢馬・椎葉充晴・劉 春燕・上林好之

降雨流出の実時間予測情報の形式について

水工学論文集, 34巻, 1990年, 79-84頁。

筆者らがこれまで展開して来た洪水流出の実時間予測手法では, 将来の各時間ステップでの降雨量系列の予測値系列と予測誤差共分散行列が与えられるとし, たとえば1時間先とか2時間先などの指定された時間先の流量の予測値と予測誤差分散を与えるという枠組みを採用して来たが, 降雨の予測情報は必ずしもこのような形で与えられないこと, 流量の予測情報もピーク生起時刻, ピーク流量, 総流出量などのハイドログラフ全体に関わるものを算出するのは難しいなどの改良すべき点を含んでいる。この論文では, 降雨と流量の予測情報を実際に使われやすい形式で与える問題について考察し, そのための新しい実時間予測アルゴリズムを提案している。多段貯水池モデルを用いた数値実験によって, この新しいアルゴリズムの有効性を示している。

キーワード: 流出予測, 洪水予報, 実時間予測

90217

村 松 久 史

阪神地方のメタンの分布・発生について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 219-229頁。

1988年10月8日と12月13日の各々午前および午後に、大阪—神戸上空のメタンの測定を行った。目的は測定値のない都市域上空のメタンの分布とその変動、都市からのメタンの発生等を明らかにすることである。

高度分布：メタン濃度は気温の逆転層より低い高度ではそれより上層より高濃度であり、混合層内に濃度の極大が存在する。

水平分布：大阪市の上空にメタン濃度の極大が存在し、午前より午後の方が濃度が高い。

メタンの発生量：午前、午後のメタンの分布の差から発生量を見積ると、大阪市上空では、10月8日の測定によると $0.020 \text{ gCH}_4/\text{m}^2/4.5 \text{ hr}$, 12月13日には $0.046 \text{ gCH}_4/\text{m}^2/4.7 \text{ hr}$ である。

キーワード： メタン, 阪神地方, 水平分布, 高度分布, 発生量

90218

徐 国鈞・村松久史

成層圏気体成分に対する太陽紫外線変動の効果

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 249-267頁。

36種の気体成分の高度分布に関する1次元光化学—拡散モデルを作製した。成層圏内で観測されている20種の成分の高度分布はこのモデルでよく再現される。このモデルにより11年周期の太陽活動にともなう太陽紫外線の変動に対する気体成分の濃度変化を計算した。

成層圏上部では O_3 , O , H , OH , N_2O , N_2O_5 等の変動が大きく、太陽活動の平均から最大への変化に対する濃度変化は4—8%である。 N_2O は減少するが他は増加する。成層圏中部では H_2O_2 , HNO_3 , HOCl 等の変化が大きく(4—8%)いずれも太陽活動の増大で濃度は減少する。成層圏下部では $\text{O}(^1\text{D})$, CHO 等が比較的大きな変動を示し、太陽活動の増大により減少する。

CF_2Cl_2 , CFCl_3 , CCl_4 等はいずれの高度でも変動は小さい。

キーワード： 成層圏, 微量気体, 太陽活動, 紫外線, 光化学, 数値モデル

90219

高田久美子・村松久史

大気中メタンの季節変化及び日変化の観測と解析

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 231-247頁。

1987年から1988年の約13ヶ月間宇治において1日1回の地上のメタン濃度の観測と、数回の日変化、高度分布の観測を行った。

ときどき非常に高濃度のメタンが観測される日があった。季節変化を求めるためにこのような高濃度の資料を除外した。その結果初冬に最大、夏季に最小という季節変化を示した。日変化の大きさは季節変化と同程度で、夜間最大、昼間最小を示した。

またカイツーンを用いた気温、風、メタンの高度分布の観測を行い、鉛直拡散モデルを適用し地表からのメタンの発生量を求めた。その結果宇治におけるメタンの発生量は 26.5 および 19.7 gCH₄/m²/year であった。

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, カイツーン, 発生量

90220

Michio Hirota, Hisafumi Muramatsu, Yukio Mikino, Miwako Ikegami and Koretomo Tsutsumi

Gas-Chromatographic Measurement of Atmospheric Methane in Japan

Atmospheric Environment, Vol. 23, No. 8, 1989, pp. 1835-1839.

メタンの分布とその変動を知るために1985年から1989年まで筑波の地上でのメタン測定と、1986, 1987年に高度 7 km までの高度分布の測定を行った。

メタンの混合比は地上から高度 3 km までは高度とともに減少し、それ以上の高度では一定であった。年平均の体積混合比は1986年には 1.768 ppm, 1987年には 1.781 ppm であった。これらの値は同じ緯度帯に属する他の地域よりかなり大きく、メタンの分布に経度方向の変化があることを示す。

12ヶ月移動平均から求めた長期変化傾向は 9.0 ppb/year で、これは1980年代初期の値より小さい。

キーワード： メタン, ガスクロマトグラフィー, 季節変化, 変化傾向, 対流圏

90221

Hisafumi Muramatsu**Distribution and Flux of Methane over Hanshin District**

Proc. Japan-China (Taipei) Joint Seminar on Natural Hazard Mitigation, 1989, pp. 211-216.

阪神地方上空のメタンの高度分布を測定した。湖沼、水田、河川等の生態系からの発生が小さいと考えられる冬季に航空機を用いて水平方向 30 km, 高度 3 km の範囲の空気試料を採取しガスクロマトグラフにより分析した。気象条件としては気温逆転層が 1.5-2.0 km に存在し、風が弱い日を選んで観測を実施した。メタンの分布の時間変化からその発生量を求めた結果、大阪市の中心付近でのメタンの発生量が最も大きく、 $0.27 \text{ gCH}_4/\text{m}^2/\text{day}$ であった。この値は湖沼、水田等の生態系からの発生量の最も大きな値に匹敵する。

キーワード： メタンの発生、阪神地方、高度分布、ガスクロマトグラフィー

90222

田中正昭・枝川尚資**1988年7月島根・広島豪雨の気象特性について**

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-2, 1989年, 269-279頁。

1988年7月中旬から下旬、梅雨前線が活発になり、日本のどこかで日雨量 100 mm を越える大雨があった。このような状態の中で、15日未明の約 6 時間に島根県西部の浜田を中心に総雨量 395 mm, 時間雨量 84 mm と、20日から21日の早朝の約 6 時間に島根県三隅 (344 mm (総), 100 mm (時)), 広島県加計 (270 mm (総), 55 mm (時)) の 2 回、豪雨があった。

豪雨発生時の総観場の状態は、15日、20、21日とも類似していて上層に北西風による寒乾気流、下層に南西風による暖湿気流の移流があり、この地域の大気は対流不安定で、かつ前線をともしなう弱い低気圧が日本海中部を東進し、中国地方は暖域に位置していた。アメダス観測点の10分間雨量強度、気温、風、気圧などのメソ解析を行い、特に15日のケースは日本海から4波程度のメソ擾乱が侵入し、東進したと推定された。最後に1983年7月21-23日の豪雨時の総観気象、降雨特性と今回の特性を比較し、その類似点と相違点を検討した。

キーワード： 豪雨、総観場、メソ擾乱

90223

Jiro Inoue**Large Scale Valley Wind of Tibetan Plateau**

Proc. Sino-Japanese Joint Sci. Symp. Tibetan Plateau Vol. II, 1989, pp. 55-68.

1985年6月にチベット高原西部で16日間にわたって地上風の連続記録をとり、あわせて100回のパイロットバルーン観測と9回の低層ゾンデ観測を行なって、高原上の風の構造を調べた。昼間、地上では谷風が卓越するが、ヒマラヤ南面の谷に比べると定常性は低く、谷風の開始は3時間遅れる。風のための鉛直構造は3層に分類することができる。上層の西風は6200-6700 m以上であり、その下限は周辺の山塊の高度と一致する。地表面の加熱・冷却に直接応答した風が吹く層は地表から100 m以内である。中層の風は主としてSWであり、強さに日変化がみられる。地上の谷風は中層のSW風と合体した時、突然発達する。中層風が北風の時、地上では谷風は起こらない。

キーワード： チベット高原，ヒマラヤ，谷風

90224

井上治郎**降雪の比重とその地域特性**

水資源研究センター研究報告，10号，1990年，3-9頁。

1983-1985年の寒候期の資料を用いて、北海道から北陸西部までの、日本海側の主な気象官署での降雪の比重(D)を見積った。雨を含まないある程度長期間の降雪の深さの合計で、降水量の合計を除することによって、Dの信頼できる値がえられる。北海道では場所によらず降雪深と降水量の間に相関($r=0.98$)があり、 $D=0.043$ である。本州ではDは、寒候期の平均気温(T)と一義的な相関($r=0.92$)があり、 $D=0.011 T+0.052$ ($T>-1^{\circ}\text{C}$)で与えられる。ただし強風が卓越するような場所では、降水量・降雪深とも測定精度が悪いので、この方法でみつめるのは困難である。

キーワード： 降雪の比重，降雪深，降水量

90225

玉川一郎・光田 寧

裸地における蒸発と地面水分量の関係について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 299-309頁。

接地境界層内での乱流輸送量の直接測定と風速・温度・湿度の鉛直プロファイル及び地表面温度・水分量の観測を行ない、裸地における蒸発と地表面水分量の関係を調べた。観測は、京都大学防災研究所地空相互作用観測施設の露場において、夏期及び冬期に行った。その結果、高さ 1.5 m までの接地層内における温度と湿度のプロファイルについて Monin-Obukhov の相似則が成立することが確認され、得られたプロファイル下端（粗度高）での相対湿度は地表面水分量と共に増加することが見出された。また、粗度高以下の気層における熱と水蒸気の輸送を調べるため簡単なモデルを用いてそれぞれの輸送係数の見積りを試みた。結果は、顕熱の輸送はほぼ分子拡散的と考えられるが、水蒸気の輸送は分子拡散だけでなく摩擦速度の 2 乗（従ってシア応力）にほぼ比例することを示している。これは、土粒子の間隙中の水蒸気輸送を考慮した説明に可能性があるが更に詳しい観測研究が必要である。

キーワード： 接地境界層, 乱流輸送, 水蒸気輸送, 蒸発, Monin-Obukhov の相似則, 地表面水分

90226

光田 寧・池淵周一・山田道夫・玉川一郎

境界層過程の数値シミュレーション(I)

京都大学防災研究所年報, 第31号 B-1, 1989年, 381-387頁。

砂漠のような乾燥土壌における地空相互作用の数値モデルを得るための準備として、垂直一次元のモデルを作成、検討した。このモデルは、温度、流水、水蒸気の各々に対する拡散方程式および各流束に関する構成方程式から成っている。方程式系はエネルギーと水の保存則および水の蒸発率を与える方程式から導びかれ、地下深部の境界条件と地表における熱流束、水蒸気流束を与えて数値的に解かれた。数値計算の結果は、水分が主として日変化の及ばない深い地中でほぼ一定の蒸発率で生じていること、また地表面付近では湿度の日変化に伴い相対湿度の非常に激しい日変化が存在することを示している。このモデルの調整に用いるために、観測露場におけるデータを用いて、長短波放射、顕熱流束、潜熱流束、地中温度、地中の熱流束に関するデータセットを作成した。

キーワード： 接地境界層, 蒸発, 砂漠, 数値モデル

90227

Tsuyoshi Kataoka, Yasushi Mitsuta and Osamu Tsukamoto

The Development of a Fast Response Static Pressure Instrument for Field Use

Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 67, No. 3, 1989, pp. 351-357.

大気境界層における静圧変動を測定するために、16個の小穴を同心円状に開けた球状の感部を持つ静圧変動計を開発した。風洞実験の結果、風向変動が測器の軸線に対し 35° 以内の範囲では測定誤差は2%以内であった。試験観測を気象研究所の観測塔で行なった結果、開発した静圧変動計は感度、応答特性ともに野外観測に適した性能をもつことが分った。野外観測の結果は、静圧変動のスペクトルが $0.05\sim 2\text{ Hz}$ の高周波領域で -1 乗則に従って減衰すること、静圧変動 p と鉛直風速の変動 w の w - p コスペクトルは全周波数領域で負の値をとるのに対し、静圧変動 p と平均風方向の風速変動 u の u - p コスペクトルは正となることを示している。また、 p と u は $0.005\sim 0.1\text{ Hz}$ の周波数領域で同位相となりルートコヒーレンスは 0.8 以上の高い値を示している。これに対し、 p と w の間には全周波数領域にわたって約 135° の位相差が認められた。

キーワード： 圧力変動，大気境界層，静圧変動計

90228

石田廣史・光田 寧・Wayne V. Burt

海上風速と気温の中規模変動と大気状態の特性

海と空，64巻4号，1989年，35-48頁。

スコットランド沖北西の海域で行なわれた JASIN-1978 観測の際の4個のブイ観測データを用いて、スペクトルギャップにあたる中規模周波数領域、特に周期約1.5時間から10分の領域における海上風速と気温の変動及び大気状態を調べた。観測の全期間の風速の平均スペクトルは Van der Hoven によるスペクトルギャップを持つが、短期間のデータには風速や気温の顕著なスペクトルピークが中規模周波数域にしばしば見受けられる。このようなスペクトルピークは観測期間中（1978年7月から約40日間）に14例見出され、これらの解析データ長の合計は全観測期間の約10%に及んだ。スペクトルピークは周期約15分から60分の所に位置しているが、特に風速・気温の両方で周期30分～40分にピークが見られる3例では、同じ周期の所に高いコヒーレンスを持つ逆位相の変動が見られた。このようなスペクトルピークを伴う大気状態は、伴わないものと大気-海面温度差等で区別される。

キーワード： 風速，気温，スペクトルギャップ

90229

Eiji Ohtaki, Osamu Tsukamoto, Yoshiharu Iwatani and Yasushi Mitsuta

Measurement of the Carbon Dioxide Flux over the Ocean

Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 67, No. 4, 1989, pp. 541-554

京都大学防災研究所大渦波浪観測所において、海面上における二酸化炭素濃度、湿度、温度の乱流変動を測定した。観測期間は、1986年と1987年の10月、及び1988年8月である。二酸化炭素の濃度変動のスペクトルは、湿度や温度の変動と同様に、高周波数領域で $-5/3$ 乗則に従って減衰する。しかし、二酸化炭素濃度と風速の鉛直成分との変動成分のコスペクトルは全周波数域で負の値となり、湿度や温度の場合とは逆に、二酸化炭素は乱流によって鉛直下方に輸送されることを意味している。一方、湿度や温度の鉛直方向の変化によって平均風速の鉛直成分が生じるが、これによる二酸化炭素の輸送が鉛直上向きで乱流によるものの2倍の大きさであることが見出された。これは、海面上の二酸化炭素の輸送方向は、主として顕熱及び潜熱の輸送方向に支配され、気層が不安定成層をなすときには鉛直上向きとなることを意味している。

キーワード： 乱流輸送、二酸化炭素、海面

90230

塚本 修・光田 寧

乱流変動のスペクトル密度を用いた湖面蒸発量の間接測定法について

水資源研究センター報告, 9号, 1989年, 73-79頁。

湖面からの蒸発量を測定する方法として、Kolmogorovの $-5/3$ 乗則とMonin-Obukhovの相似則の成立を利用するNIFTI法を検討した。以前の研究から湖岸観測塔においてはNIFTI法は有用であることが分かっている。ここでは、外洋上ではあるが、動揺する船舶上での乱流観測データを基に、船体の動揺補正を施した渦相関法の結果と、動揺補正を行わないNIFTI法の結果を、顕熱、潜熱および運動量の各乱流フラックスについて比較した。その結果、顕熱と潜熱のフラックスについては、渦相関法とNIFTI法の結果の回帰直線の傾きがそれぞれ0.93, 1.01, 相関係数は0.94と0.95となり、両者はかなり良く一致している。運動量フラックスは、相関係数は0.97と高いもののNIFTI法による結果の方が約25%小さい。即ち、NIFTI法では測器の高周波側の応答の遅れはあまり問題にならないため、小型三杯風速計と熱電対乾湿計を用いて、かなり良い精度で顕熱・潜熱フラックスを測定できる。

キーワード： 蒸発量、渦相関法、NIFTI法、乱流フラックス

90231

山 元 龍三郎

海面水温の永年変動の実態

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 291-297頁。

海洋は、大気と共に地球の気候システムの主要な要素であり、その永年変動の実態を把握することは重要な課題であるが、100年以上の長期にわたって測器による観測データがあるのは海面水温だけである。しかしこのデータも測定方法の変遷による系統的誤差を含むものと考えられ、そのままの形では永年変動の議論に用いることができない。そこで本論文では米国の4機関によってまとめられた海面水温の月平均値のデータセット(COADS, MSTG)に前に著者らが提案した系統的誤差の補正方法を適用し、緯度4度、経度10度の範囲の空間平均について、1900-1979年の永年変動を調べた。その結果、Favoriteらが前に指摘した1940年代における日本の東方海上での水温の平均値の急上昇(気候ジャンプ)の発現を確認できた。主成分分析によると、この気候ジャンプは、太平洋やインド洋では明瞭でないが、北緯30度に沿って日本海近海から太平洋中部にわたる広域の現象である。

キーワード： 気候変動, 海面水温

90232

邊田有理江・光田 寧

熱帯における台風の発生と関連した解析

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 321-333頁。

西太平洋熱帯域における海面水温、雲量、可降水量等のデータ(1980年7月-10月)を用いて、台風の多く発生発達する時期の平均的な場の様子を調べた。雲域と可降水量の大きい領域は、雲域の方がやや極側に中心をもつ傾向があるものの、全体としてほぼ一致している。しかし、これらの領域は海面水温の高い領域とは一致せず、むしろ低い領域とよく対応している。そこで対流圏下部(850 mb)の衛星風データを併用し、解析領域における水蒸気フラックスを見積ったところ、これから得られる水蒸気収束域が雲域とほぼ一致し、海面水温の高い領域では水蒸気収束が小さくなるか発散を示す傾向が見られた。従って、海面水温の高い領域で蒸発した水蒸気が、対流圏下層の風系に流され移動し、大規模な収束域で上昇して雲を作り降水となると考えられる。なお、台風の発生数と水蒸気収束の強さには対応が見られないが、台風等の擾乱の経路は水蒸気フラックスの向きと比較的一致する。

キーワード： 熱帯, 台風, 水蒸気, 海面水温, 可降水量, 雲量

90233

光田 寧・山田道夫・堀口光章・竹久正人

マイクロ波放射温度計とソーダの組合せによる大気境界層の遠隔測定法の開発

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 361-368頁。

大気境界層の気温高度分布の遠隔測定システムの構成を示し、気温高度分布導出の計算機実験を行った。このシステムは、6つの隣接した周波数（60 GHz 付近）の電磁波の輝度温度を測定するセミバランスディック型マイクロ波放射温度計、気温高度分布の変曲点及び高度約 1000 m までの風向風速の高度分布を測定する開口合成方式の音響探査装置（ドップラーソーダ）、地表温度・湿度を測定し気温高度分布の最下端及び輝度温度への水蒸気の影響を求めるための地表気象要素測定装置、および気温高度分布を求めるデータ処理装置からなる。測定データから気温高度分布を推定する方法として最も広く用いられているのは統計的逆変換法である。計算機実験の結果は、前もって変曲点高度を知っている場合には、統計的逆変換法により気温高度分布が 1°C 以下の誤差で精度良く求められることを示しており、この方法が記憶容量と計算時間の点で最も有利な方法であると考えられる。

キーワード： 遠隔測定, 大気境界層, 気温高度分布, マイクロ波放射温度計, ソーダ, 統計的逆変換法

90234

光田 寧・山田道夫・堀口光章・樋口宗彦

小地形上での気流の数値的シミュレーションについて

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 389-398頁。

複雑地形による風の一般場の変形を定量的に求める目的で、小規模地形に適した MASCON モデルの開発を企図し、第一段階として、ポテンシャル流を用いたモデルの特性試験と、兵庫県余部付近に似た地形上での気流推算を行った。MASCON モデルは 3 次元で質量保存則を満たし初期場に最も近い修正場を求めるものであり、修正係数は大気成層状態を考慮して決定される。初期場に水平一様風、地形に半円筒及び半球を与える特性試験の結果、頂上直上風速がモデルの上端高度に強く依存すること、また、地形立ち上がり部直上では風速が鉛直格子間隔に依存し場合によっては逆風を与えることが分かった。余部橋梁付近のモデル地形による水平一様風の変形を調べた結果は、谷の東側ほど強い風速となり風速の東西差は大気の安定度が強いほど大きくなることを示している。これは実測風の統計解析の結果と定性的に一致している。地表面摩擦や山の実効高さ等が今後の検討課題である。

キーワード： 複雑地形, シミュレーション, MASCON

90235

Yasushi Mitsuta and Osamu Tsukamoto**Studies on Spatial Structure of Wind Gust**

Journal of Applied Meteorology Vol. 28, No. 11, 1989, pp. 1155–1160.

突風による最大瞬間風速は、風が構造物に与える最大の力を見積る際にしばしば用いられる量である。最大瞬間風速は風速の短い時間での平均値として得られるため、その値は平均時間に依存する。多良間島における7年間にわたる風の観測結果は、突風率（最大瞬間風速/平均風速）が、平均風速が14 m/sを越える場合には平均風速の値によらない一定値となり、その平均時間に対する依存性は光田（1962）が提出した実験式とよく一致することを示している。またピークファクターについては広い範囲の平均風速に対して一定の値が得られ、そのデータサイズに対する依存性は、風速分布が正規分布であるとして求めた平均正規極値のものと良く一致している。突風率は風向に直角方向に空間的に平均することで値が減少するが、その平均距離に対する依存性はベキ関数の形で表わされることが見出された。

キーワード： 台風、突風率、時間最大風速、平均風速

90236

森 征洋・津田敏隆・中根英昭・堀口光章・増田悦久・竹久正人

シンポジウム“下部対流圏のプロファイリング：Needs and Technologies”・国際
Sodar 比較観測報告

天気, 36巻9号, 1989年, 553–558頁。

1988年米国コロラド州ボルダーにおいて、シンポジウム“下部対流圏のプロファイリング”が開催された。このシンポジウムは、下部対流圏の観測の進歩の要請とそれによってもたらされる利益を議論し、現存および計画中の技術の適切さを評価することが目的である。シンポジウムでは合計8つのセッションが開かれた。下部対流圏の大気状態を高分解能で観測できるようになればメソスケールの気象現象の理解を飛躍的に向上させることができる。シンポジウムでは主としてこのような観測を実現するリモートセンシング技術がとり上げられ、風・気温・湿度・微量気体などを地上から調べる観測用レーダー（プロファイラー）、ライダー、ソーダー、RASS（電波音波共用探査装置）の研究・開発について発表が行なわれた。また、このシンポジウムの後でボルダーにおいて、国際ソーダー比較観測が行なわれた。

キーワード： 下部対流圏、プロファイラー、メソ気象学、リモートセンシング

90237

平木隆年・玉置元則・堀口光章・光田 寧

雨水の酸性度を決定する要素について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 311-319頁。

雨水の酸性度と気象条件の関係を, 1984年6月～1988年5月の4年間, 兵庫県公害研究所で採取した雨水について調べた。pH 値は4.2～4.4の値のものが多く, 年平均値に経時変化は認められなかった。雨水の導電率と pH の間には, pH 5 以下で, 強酸のものと類似する関係が見出された。月毎の pH は降水量と共に変化し, 降水量が多い月は pH が低く, 少ない月は高かった。また降雨の持続時間が長くなると, 導電率は $16 \mu\text{S}/\text{cm}$, pH は4.4付近にそれぞれ収束し, この値は希釈された強酸のものと一致している。降雨原因別の pH の平均値は, 前線によるもの (4.30) が最も低く, 次いで低気圧 (4.53), 気圧の谷 (4.70), その他 (4.87), 台風 (5.03) の順であった。この傾向は上昇気流の激しさの順と一致しており, 下層大気中にある汚染物質を雲の中に輸送する能力の大きさの順序と同じと思われる。従って降雨の酸性化を支配していたのは, 上昇気流の強さとそれが維持するレインアウトの機構と考えられる。

キーワード: 酸性雨, 大気汚染, レインアウト

90238

光田 寧・堀口光章・竹久正人

開口合成ドップラーソーダの米国ボルダーにおける国際比較観測について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 369-379頁。

開口合成方式のドップラーソーダを開発し1988年米国ボルダーにおいて行なわれた国際比較観測に参加した。用いた装置は 5×5 個のホーン (計 1.5 kw) で 1400 Hz の音波を送受する方式のものである。観測項目は, 最大探査高度 300 m までの6高度における風向, 風速の20分間平均値であり, 観測塔 (300 m) における測定結果と比較された。比較観測全体については NOAA から報告書が出されることになっており, ここでは約3週間の観測期間のうち4日間のデータを用いた解析を行なった。水平平均風速を求める方法として, 2ビーム法, 3ビーム法, 鉛直補正3ビーム法の3種類を試みたところ, 鉛直風速が弱い場合 (0.1 m/s 以下) には大きな差は見られなかったが, 強い場合 (0.3 m/s 以上) には鉛直風を考慮する効果が現われ上記の順に精度が向上することが分かった。また鉛直風の標準偏差も対流的な条件下で良い精度で測定できた。更に中国科学院のソーダとの比較を潮岬で行い良い一致が得られた。

キーワード: ソーダ, 開口合成, 水平風速

90239

Yurie Heta**An Analysis of Tropical Wind Fields in Relation to Typhoon Formation over the Western Pacific**

Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 68, No. 1, 1990, pp. 65-77.

熱帯太平洋上の上部及び下部対流圏の流れ場解析を行ない台風発生との関係を調べた。1980年7月から10月のGMS衛星風データとゾンデデータを経緯度1°の格上点に内挿し、下層については更にMASCON補正を加えたデータを使用した。多くの台風の起源はITCZ上を西進する偏東風波動擾乱に求められ、発散場や相対渦度場では日付変更線付近までさかのぼることができる。これらの擾乱が熱帯低気圧、台風へと発達するのは、下層の西側西風域と東側東風域が接する付近である。この西風東風域の境界は10~30日周期で東西に移動しており、特に西風域が東に広がったときに台風が発達する傾向が見られた。またこの付近は南半球からの南風が吹きこんでおり、これらの西風、東風、南風の収束域であることから、台風発達には擾乱をとりまく大規模場が重要であることが示唆された。なお台風に発達する以前の擾乱の強さや経路と、その後の擾乱の発達には関係が見られなかった。

キーワード： 台風，熱帯低気圧，MASCON，衛星風，GMS，相対渦度

90240

Venkata Bhaskarrao Dodla**Computation of Spectral Coefficients of Vorticity and Divergence from Wind Data for Use in Spectral Atmospheric Models**

Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ, Vol. 39-3, No. 342, 1989, pp. 87-90.

地球大気のスベクトルモデルにおいては、支配方程式はスベクトル空間で表現され、各時間ステップ毎に新しいスベクトル係数が計算される。従ってモデルには地球大気場のスベクトル係数を初期条件として与えなければならない。一方地球上の気象観測点は様々な場所にあるため、それらの観測データは、まず経緯線のなす格子点の値に内挿され、次いでスベクトル係数に変換される。このとき準地衡風仮説を用いた大気モデルでは、速度成分ではなく渦度と発散がモデル変数として採用されている。従ってモデルに与える初期条件は渦度場と発散場のスベクトル係数となり、モード打ち切りの誤差を少なくするためには、これらの係数を速度場のスベクトル係数から直接求めなければならない。本論文では、球面上の球座標で三角関数とルジャンドルの陪関数を用いたスベクトル法において、渦度場、発散場のスベクトル係数を速度場のスベクトル係数を用いて表現した。

キーワード： 大気モデル，スベクトル法，速度，渦度，発散

90241

Yoshiki Ito, Yasuhiro Kobori, Mitsuaki Horiguchi, Masato Takehisa and Yasushi Mitsuta

Development of Wind Profiling Sodar

Journal of Atmospheric and Oceanic Technology Vol. 6, No. 5, 1989, pp. 779–784.

開口合成方式の音響探査装置（ソーダ）を製作し試験運用を行った。アンテナは 5×5 個のホーンを並べ 1400 Hz で送受信を行う。ビーム巾は 17° であり、位相合成によりビーム方向の天頂角を 23° 傾けることができる。受信された信号のドップラー変移を検出するために、FFT と共に、複素相関法 (complex covariance method) を用いた。計算機実験を行ったところ、複素相関法により、S/N 比が -13 dB より良い場合にはドップラー変移が 10% 以下の誤差で検出できることが分かった。また風速の導出においては、鉛直及び東西南北の 4 方向に傾いた合計 5 つのビームを使用した (5 ビーム法)。この方法により、水平風速の導出の際、鉛直風の影響や、水平風による音響ビームの回折の影響を避けることができる。このような構成のソーダを用いて高度 500 m までの実測を行ない、風向・風速の時間—高度断面を得た。

キーワード： ソーダ，開口合成方式，複素相関法

90242

謝 平平・光田 寧

GMS 赤外データを用いた雲の解析について

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，349–359頁。

GMS の赤外/可視画像データを用いて、日本の平野部約 10^4 km^2 の地域における雲量推測法を開発し、さらに赤外データのみによる雲形判別法の検討を行なった。雲量推測においては画像データに対して、晴天ピクセルと部分雲ピクセル、及び部分雲ピクセルと全天雲ピクセルを区別する 2 種の閾値を設定し (TTM 法)、部分的に雲に覆われたピクセルを選び出した。これらの部分雲ピクセルについては TBB and/or アルベドの線型関数として雲量を求め、全天雲ピクセルと平均することによって雲量値を求めた。この方法を、アルベド次元頻度分布に適用し地上観測と比較したところ相関係数の値として 0.825 を得た。また TBB アルベド 2 次元頻度分布に適用した場合、相関係数は 0.889 となる。さらに、赤外データのみを用いて 7 種に分類した雲形の判別の可能性を検討したが、中央値、平均値などの赤外パラータでは、中層雲と対流雲の区別などが難しいことが分かった。

キーワード： GMS，雲量，雲形，赤外画像，可視画像

90243

光 田 寧

風を測る——計測器・計測システム——

日本風工学会誌, 42巻, 1990年, 49-57頁。

空気の密度は他の物体に比べ非常に小さいため、風の計測は予想外に難しい問題である。陸上や海面の様子から風の強さを求める風力階級や、吹き流しなどで風向を測定する方法は古くから用いられた。近代科学の成立と共に器械を用いての定量的測定が行なわれるようになり風杯を利用したロビンソン風速計や風圧力を利用したダインス風速計が開発された。第2次大戦後プロペラ風速計が急速に発達し、現在日本の気象庁では、加速減速特性に問題のある風杯型風速計に代わり、風に関する全ての観測に用いられている。しかしこのような回転型の風速計は、風速の平均値がベクトル平均値でない点や風向測定の際矢羽根の慣性を無視できない点で問題を残しており、風工学には適していない。また気象学的な風の測定は平坦な環境で行なわれる点で特異条件の風が問題となる風工学とは異なる。結局風工学の問題では現地の必要な風の性質に適した測器で測るのが最も確実である。

キーワード： 風速計, 風向計, 風工学

90244

光田 寧・藤井 健

日本南方洋上における台風の確率モデルの作成

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 335-348頁。

日本南方洋上を主とした $23^{\circ}\text{N}\sim 43^{\circ}\text{N}$ および $123^{\circ}\text{E}\sim 147^{\circ}\text{E}$ の領域における台風の確率モデルを作成した。1951～83年の33年間にこの領域内において最低中心気圧が 980 mb 以下に達した255個の台風を資料として用いた。台風の中心位置および中心気圧は気象要覧に公表された6時間毎の値を使用した。統計対象領域における台風の発生位置及び進入位置によって台風を14のグループに分類し、中心位置、中心気圧低下量、進行速度の初期確率分布を求めた。さらに、中心気圧低下量と進行速度の時間変化を調べ、前者は時間的持続性を無視した正規分布、後者は前後各6時間の値の一次回帰式で、それぞれ良く表現されることを見出した。これらの結果を用いて1000年間の台風の経路と中心気圧のシミュレーションを実行したところ、台風の経路については転向点を含んだ典型的なものが比較的良く再現した。しかし中心気圧低下量については 27°N 以北で大きめの値となり今後の課題に残された。

キーワード： 台風, 確率モデル, 中心気圧, 再現期間

90245

Koji Ohkitani and Michio Yamada**Temporal Intermittency in the Energy Cascade Process and Local Lyapunov Analysis in Fully-Developed Model Turbulence**

Progress of Theoretical Physics, Vol. 81, No. 2, 1989, pp. 329–341.

乱流の中では、大きなスケールの運動から小さなスケールの運動へエネルギーが流れることによって、慣性小領域における準平衡状態が実現している。この状態の平均的な性質はコルモゴロフの相似則によって良く表わされることが知られている。しかし、慣性小領域における平均的な性質のまわりのゆらぎについては今も未知の部分が多い。本研究では、このようなゆらぎの性質を、平均的にはコルモゴロフの相似則を良く再現するカスケードモデルにおいて調べ、エネルギーカスケード過程の要素的運動とゆらぎの関係、さらに系の持つ内在的不安定性との関連を議論した。得られた結果は、エネルギーカスケードのゆらぎは高波数域ほど激しく、各波数におけるエネルギー輸送量の分散は波数のべき関数となることを示している。このような性質は、エネルギーを高波数へ輸送するバーストが非常に不安定であり、カスケード過程において大きく増巾されることと関連している。

キーワード： 乱流, エネルギーカスケード過程, コルモゴロフの相似則

90246

Shigeo Kida, Michio Yamada and Koji Ohkitani**Error Growth in a Decaying Two-Dimensional Turbulence**

Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 59, No. 1, 1990, pp. 90–100.

天気の数値予報は一組の流体方程式を時間積分することによってなされる。しかし、その初期値を与える観測は十分な密度でなされているわけではないため、初期値ですら真の大気運動からの誤差を持っている。このような初期値の誤差が時間空間的にどう発展していくかは、予報の精度を考える上で重要な問題である。本論文では、流体方程式として最も基本的であるナビエ・ストークス方程式において、初期値に無限小の差異をもつ2つの2次元乱流の時間発展を数値的に調べた。数値計算は $(1024)^2$ 個のモードによる擬スペクトル法を用いて行った。その結果、初期における無限小のズレ（誤差）は時間的には指数的に非常に急速に増大していくことが分かった。また誤差のエネルギースペクトルは k^{-2} の形を持ち、2次元乱流場のエネルギースペクトルの k^{-3} よりもゆるやかな傾きを示すことが分かった。また誤差場と乱流場との間には空間構造において対応が見出された。

キーワード： 数値予報, 乱流, 誤差, 数値流体力学

90247

山田道夫・大木谷耕司

乱流とカオス

数理科学, 311巻, 1989年, 50-55頁。

乱流は非線型力学系の示す複雑な運動形態の代表的なものである。近年このような非線型系の複雑挙動を一般的に理解する枠組みとして、相空間のストレンジアトラクターに起因するカオス運動が注目されている。しかし現在のカオス理論は、流体の乱流運動の従来の記述法であるエネルギースペクトルや相関関数、種々の量のフラックスなどの理解に役立つ十分に効果的な手段を与えているとはいえない。本稿ではこの対照的な乱流へのアプローチについて、それらの相異点と接点を述べた。従来の乱流描像は、無限次元自由度力学系とみるものでありコルモゴロフ則を中心とする相似則の成立は、非粘性極限における解の発散を前提とした漸近的性質として理解される。一方、高次元カオスとしての乱流は高次元ストレンジアトラクターの性質に支配されている。このアトラクターの次元はコルモゴロフ則の与えるものと一致しておりこのことは乱流のカオス理論の基礎を与える。

キーワード： 乱流, カオス

90248

林 泰 一

1988年9月25日に串本町で発生した竜巻について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 439-452頁。

1988年9月25日午前9時45分頃、和歌山県串本町、古座町、古座川町で竜巻による被害が発生した。この竜巻の進路の総延長は約10 km、被害の最大巾は400 mに達する。被害の概要は、重軽傷20名、建物の全半壊348棟に達した。被害の大半はガラスの破損、屋根瓦の飛散であるが、竜巻の接近時の急激な気圧の低下によるものと考えられるものもあった。

竜巻の発生時には低気圧が通過中で、その暖域内で竜巻が発生した。室戸岬のレーダーエコーから午前8時頃、紀伊水道で発生した雨雲が毎時57 kmの速度で接近し、そのクラウドクラスター内で竜巻が発生した。竜巻の経路付近の風の記録から、39.8 m/sの最大瞬間風速を示した。また墓石の転倒から、風速の推定すると、60 m/s程度の風が吹いたことがわかった。

キーワード： 竜巻, 強風災害, 最大瞬間風速

90249

林 泰 一

1988年9月25日串本町に発生した竜巻（速報）

日本風工学会誌，38号，1989年，53-56頁。

1988年9月25日午前9時45分頃，和歌山県串本町，古座町，古座川町で竜巻による被害が発生した。この竜巻の経路は，南西から北東へ約10 kmで，被害の巾は最大400 mに達した。被害の概要は，重傷1名，軽傷19名，住家の半壊19戸，一部損傷319戸，非住家の全壊8戸，半壊2戸である。

竜巻の発生時には，低気圧が通過中で，その暖域内で竜巻が発生した。室戸岬のレーダーエコーを見ると，毎時16 mm以上の雨量強度を示す雲の存在が確認された。竜巻の経路付近の風の記録では，潮岬測候所で39.8 m/s，潮岬風力実験所で36.0 m/sの最大瞬間風速を示した。

キーワード： 竜巻，強風災害，最大瞬間風速

90250

丸 山 敬

粗度要素の配列形状による床面抗力の変化に関する風洞実験

京都大学防災研究所年報，第32号 B-1，1989年，423-437頁。

粗度形状と地面境界における剪断応力との関係を知るために，立方体粗度ブロックを用いた風洞実験を行った。立方体粗度ブロックを千鳥状，格子状，任意に配置し，それぞれ，粗度間隔，風向角を変えたときの床面抗力の変化を調べた。得られた結果を床面抗力係数 C_r と粗度の流れ方向見つけ面積の床面積に対する割合 λ で評価すると，1) C_r は λ の増加とともに一度増加し，最大値をとった後減少する。このとき， C_r が最大値をとる λ の値は配列形状により異なる。2) λ の値が同じときには一般に，任意配列，千鳥状配列，格子状配列の順に C_r は小さくなる。3) 千鳥状配列において，風向角が 45° のとき C_r は最も大きくなる。4) 任意配列は風向角が 45° の千鳥状配列の場合とほぼ同じ性状を示すことがわかった。これより，立方体粗度要素を用いて乱流境界層を最も効率よく発達させるには，任意配列または風向角 45° の千鳥状配列を用いるのが有効であることがわかった。

キーワード： 粗度，配列形状，床面抗力，風洞実験

90251

丸 山 敬

粗度要素の抵抗および体積変化を考慮した $k\text{-}\epsilon$ モデルによる乱流境界層の数値計算
日本建築学会構造系論文報告集, 404号, 1989年, 75-81頁。

粗度要素の抵抗および体積変化を考慮した $k\text{-}\epsilon$ モデルを用いて, 粗面上に発達する 2 次元乱流境界層内の気流性状を数値計算により求めた。計算結果が乱流境界層内の気流性状や風速分布の吹送距離方向の変化を比較的良く再現することを, 実験結果との比較により明らかにし, 本報で示した解析手法が粗面上に発達する乱流境界層に対して有効であることを示した。このとき, 実験で用いた千鳥状配置正方形断面の粗度ブロックに対して, 1) 従来の $k\text{-}\epsilon$ モデルに現われるモデル係数は粗度要素の無い場合の標準的な値を用いることができる。2) 粗度形状が高さ方向に変化しなければモデル係数の値をキャノピー内で一定とすることができる。3) 抵抗係数の最適値は粗度要素間隔に依存し, その範囲は1.0~1.75である。4) ϵ の生成項のモデル化の際に導入された長さスケールの最適値は, 粗度要素のアスペクト比, 粗度要素間隔に依存し, その範囲は粗度要素の流れ方向見つけ幅の約0.22~0.5倍である。

キーワード: $k\text{-}\epsilon$ モデル, 乱流境界層, 数値計算, 気流性状

90252

Yoshihito Taniike

Unsteady Aeroelastic Base Moments on a High-Rise Building

Structural Design, Analysis and Testing Proceedings, Structure Congress '89 ASCE,
1989, pp. 559-608.

建築構造物の高層化, 軽量化に伴ない風による構造物の振動が耐風設計上重要になってきた。風による建物の振動のうちで風向直角方向の振動は, 建物背後に放出される渦や建物自体の振動による付加的空気力により励起されるために, その動的挙動は複雑で十分に解明されていない。

本報では, 風向直角方向振動, すなわち渦励振やギャロッピング等の空力不安定振動の発生機構を解明するために, 新たに強制振動装置を製作し, これを用いて物体の振動時に物体に作用する空気力を振幅と風速を様々に変化させて求めた。この結果, 物体の振動に伴って発生する渦が付加的な空気力を引き起こし, 振動変位に対して位相の進みをもつときに空力不安定振動が発生することがわかった。また, ギャロッピングに対する準定常理論は, 無次元風速で30以上にならないと適用できないことがわかった。

キーワード: 高層建物, 渦励振, ギャロッピング, 強制振動法, 非定常空気力

90253

谷池義人・奥田泰雄・岩谷敏弘

直方体まわりの流れと圧力場について

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 399-413頁。

乱れの小さい境界層流中において, 3種類のアスペクトル比 ($H/B=1, 2, 4$) をもつ3次元角柱まわりの流れ場, 圧力場及び渦度場を調べる目的で, 流れの可視化と角柱表面及び床面の多点同時の圧力測定を行い, 次の結果を得た。

角柱側面に作用する平均圧は, 各角柱ともに高さ方向にはほとんど変化しない。これに対し変動圧はいずれも下層部ほど大きくなる。この現象は, 角柱側面前縁での剥離流速が高さ方向に変化しない一方で, 剥離流により形成される渦の強さが, 高さ方向に指数関数的に減少することに関係する。 H/B の減少に伴い形成される渦の強さが弱くなり, $H/B=1$ のときには渦の形成は見られなくなる。

角柱背後に放出される3次元のカルマン渦は, 2次元渦と異なり十分に発達して渦形成領域を作り出す前に, 拡散されて減衰してしまう。そのため渦としての形を保つのは高々2対のみである。

キーワード: 境界層, 圧力, 渦, 角柱, 剥離

90254

桂 順 治

低層小構造物に作用する風圧の計測

京都大学防災研究所年報, 第32号 B-1, 1989年, 415-422頁。

潮岬風力実験所の実験場に平面が直径6m, 軒高1.8mで, 軒からの高さが1.05mの円錐屋根をもった低層建物模型を作成し, 季節風のもとで風圧計測を行った。頂上に基準速度圧を得るための超音波風速計を, 模型内部に表面圧計測用の多成分傾斜管形マノメータ, 圧力変換器, および室内圧計測用の絶対圧計を配した計測システムはうまく作動し, 速度圧と室内圧との変動波形から, 突風時の基準静圧を定めることができた。この種の壁に角をもたない構造物の突風時における表面圧形成現象の特徴として, 構造物まわりの流れ場の形成が速いこと, 突風吹走中のわずかな風向変化が流れ場に強い非対称性をもたらすこと, 前面, 側面, 屋根面, 背面の順に圧力場が形成され, 風速降下時には前面での圧は早く応答するが, その他の部分では圧力場が持続する性質があることなどである。

キーワード: 風圧, 室内圧, 突風, 自然風, 低層構造物, 基準静圧

90255

Zhixin Zhao, Kazuo Matsumura and Kazuo Oike**Precursory Change of Aftershock Activity before Large Aftershock: A case Study for Recent Earthquakes in China**

J. Phys. Earth Vol. 37, 1989, pp. 155-177.

中国大陸で起こった4つの大地震、海城地震(M7.3, 1975)、竜陵地震(M7.5, 1976)、唐山地震(M7.8, 1976)、松潘地震(M7.2, 1976)の余震活動の時系列を統計的に解析し、大余震発生前の余震活動の変化を明らかにした。

大地震の余震が改良大森公式に基づいて発生し、その係数が期間によって変化するモデルを仮定して、最尤法によって最適モデルを求めた。得られた最適モデルから、余震活動は、大余震発生前には、全期間、改良大森公式の係数が変化しないと仮定した場合の余震活動のレベルよりも顕著に低くなることが分かった。また多くの場合、低くなった余震活動は、大余震発生直前に急増し、元のレベルに回復あるいは元のレベルを超過するのが見られた。海城地震の前震の余震活動も、本震発生前に、活動のレベルが低下し、直前に前震が急増する傾向が見られた。

また、改良大森公式のP値は、日本の地震に比べて中国大陸の地震の方が小さい。

キーワード： 余震，時系列，改良大森公式，最尤法，AIC