

防災科学技術研究所の強震観測網 -K-NET・KiK-net-

功刀 卓*・青井 真*・藤原広行*・中村洋光*

* 独立行政法人防災科学技術研究所

要 旨

1995年（平成7年）兵庫県南部地震以降、日本には様々な地震観測網が整備された。このなかでも、防災科学技術研究所の運用する K-NETとKiK-netは全国規模の強震観測網の代表として知られている。これらの観測網の強震データはインターネット上で公開されており、早ければ、地震発生後数分以内に利用可能である。K-NET・KiK-netの強震データは、品質の高さや公開の迅速性から、国外からの利用も多く、強震動地震学や耐震工学が関わる様々な分野で活用されている。

1. はじめに

1995年（平成7年）1月17日に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）では、震度7に相当する激震に襲われた「震災の帯」と呼ばれる地域が出現した。しかしながら、当時は強震観測網が十分に整備されておらず、「震災の帯」の中では強震記録がほとんど得られなかった。この反省から、全国均質な強震観測網の整備が行われ、これ以降、日本の強震観測は大きく変化することとなった。本講演では、現在運用されている強震観測網の代表である、独立行政法人防災科学技術研究所（防災科研）のK-NET・KiK-netの概要を紹介する。

2. K-NET（全国強震観測網）

K-NET（Kyoshin Network：全国強震観測網）は防災科研が運用する、全国を約20km間隔で均質に覆う1,000箇所以上の強震観測点からなる観測網である（Kinoshita, 1998; Aoi et al., 2004; 藤原ら, 2007; 功刀ら, 2009）。K-NETは1995年（平成7年）兵庫県南部地震直後から、科学技術庁防災科学技術研究所（当時）により整備が開始され1996年（平成8年）6月3日から運用を開始している。発足当初のK-NETは、全国1,000観測点からなる観測網であったが、現在では関東東海地域の一部の観測点や相模湾の海底ケーブル式地震計（Eguchi et al., 1998）の海底観測点も加わり、その観測点数は、2009年（平成21年）9月30日の時点で1,029 に達している。Fig.1にはK-NETの

観測点分布図（2009年9月30日現在）を示した。強震計は海底ケーブル式地震計を除けば、すべて地表に設置されており、市町村役場や学校などの公共施設の敷地内にあることが多い。このため、K-NETは地震被害と強震動に関連する研究に特に適した観測網である。K-NETは、全国均質な観測点配置、全観測点同一仕様の強震計、インターネットによる速やかなデータ公開という特徴を持ち、後に続く地震観測網のあり方に大きな影響を与えた。この観測網に、初めに導入された強震計は、K-NET95型強震計と呼ばれるものであり、その記録特性に関しては、木下ら（1997）により詳しい報告がなされている。K-NETは、1,000ヶ所の観測点が一斉に運用開始となったことや均質な観測点配置と相まって、運用開始から2009年3月末までに、10万波形以上の強震記録を蓄積することとなった。時間・空間的に均質なK-NETのデータセットは統計的な処理にも耐えるもので、例えば、Fujiwara et al.（2008）は、全国のK-NETの観測点において、確率論的な地震動予測地図から期待される震度の観測回数と、実際の震度の観測回数との比較を行っている。K-NETの観測点建設にあたっては、観測点近傍で最深20mまでの土質ボーリングとPS検層・密度検層が行われ、土質柱状図と検層データも公開されている。このような検層データ（メタデータ）が強震記録とともに公開されていることについては、特に海外の研究者からの評価が高い。K-NET95型強震計は、導入当初は最新の強震計であったが、年数が経過するに従い、通信方式をはじめとする技術発展が速い分野で最新技術からの遅れが

見られるようになった。また、データ回収・公開の高速化や計測震度の算出など、開発当初には想定されていなかった機能が求められるようになった。これらに対応するため、防災科研は2002年（平成14年）度からK-NET95型強震計の後継機の検討を行い、2004年（平成16年）度には、東南海・南海・東海地震による強震動の発生が懸念される地域と宮城県・岩手県の一部にある観測点にK-NET02型とよばれる新規に開発された強震計を設置した。さらに、2006年（平成18年）度には、東日本地域にある観測点に、2007年（平成19年）度には残りの観測点に、K-NET02型強震計の改良型であるK-NET02A型強震計を設置した。K-NET02型・02A型強震計はその高い分解能や演算機能から、現時点で世界最高水準の強震計といえるものである。K-NETのデータ公開はインターネットを通じて行われている。特に、2005年（平成17年）からは、K-NET02型・02A型強震計の準リアルタイム波形伝送機能を用いて、強震記録を受信後直ちに公開する、即時データ公開システムの運用を開始している。

3. KiK-net（基盤強震観測網）

全国にわたる総合的な地震防災対策を推進するため、地震防災対策特別措置法が制定され（1995年7月18日施行）、同法に基づく地震調査研究推進本部令により、1995年（平成7年）7月18日に地震調査研究推進本部が総理府に設置された（現在は文部科学省に設置）。地震調査研究推進本部の下では、地震に関する各種の基盤的調査観測が推進されることとなったが（地震調査研究推進本部, 1997）、KiK-net（Kiban-Kyoshin Network：基盤強震観測網）は、この一環として、Hi-net（汐見ら, 2009）に併設される形で防災科研により建設された強震観測網である（Aoi et al., 2004; 功刀ら, 2009）。

KiK-netの観測施設は、2009年（平成21年）9月30日の時点で全国694箇所に配置され、各観測施設では地表と地中の2カ所に強震計が設置されている。地中強震計はHi-netの高感度地震計と共に耐圧容器に入れられ、深さ100 m以上の観測井の孔底に設置されている。KiK-netの観測点分布図（2009年9月30日現在）をFig.2に示した。深さが2,000m以上に及ぶ観測施設は大阪市此花区に設置されている1地点を除いて、11地点が関東地方に分布している。最深の観測井は、さいたま市岩槻区にある岩槻深層観測施設であり、深さ3,510m（鈴木ら, 1981）である。

KiK-netでは、Hi-net観測施設の地点選定の関係から、K-NETに比べると全般的に硬質な地盤上に観測施設が設置されているのが特徴である。同様の理由

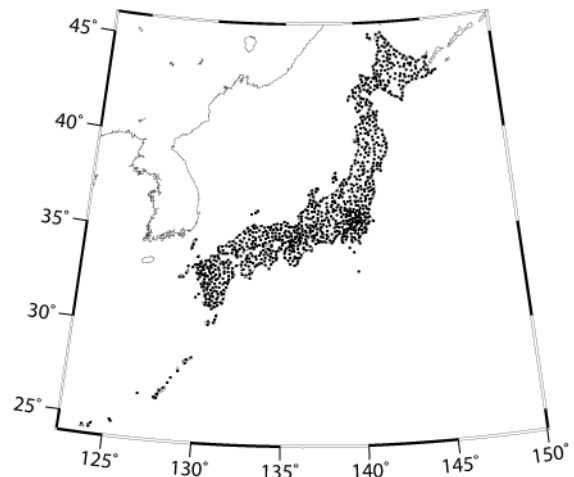


Fig.1 Station distribution of K-NET operated by NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention).

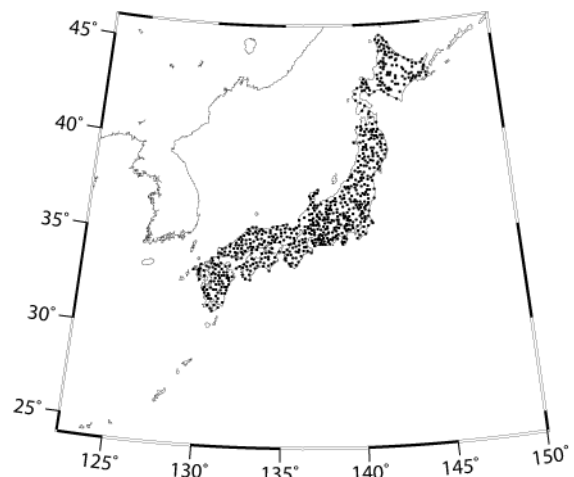


Fig.2 Station distribution of KiK-net operated by NIED.

から、都市部にある観測施設の数はいくつか少ない。KiK-netの建設当初は、SMAC-MDK型というK-NET95型と同等の性能を持つ強震計が使用されていたが、K-NETと同様の理由から、2007年（平成19年）度中に、K-NET02A型とほぼ同じ計測性能を持つKiK-net06型強震計に置き換えられている。KiK-net06型強震計は、P波初動による地震諸元推定のためのB- Δ 演算（Odaka et al., 2003; 東田ら, 2004）やリアルタイム震度演算（功刀ら, 2008）の機能を持ち、地震検知時や強震動が一定レベル以上に達した場合に、Hi-netの連続回線を通じてデータセンターに即時通報を行う機能を持つ。地中強震計のデータを利用することにより、B- Δ 演算による地震諸元推定の精度が向上するという結果も報告されており（中村ら, 2006）、今後は地中強震計の特徴を活かした応用も期待される。また、2008年（平成20年）からは、Hi-netデータを着未着法（Horiuchi et al., 2005）で処理して震源情報を即

時推定し、地震波が到達する前に、Hi-netの連続回線を通じて、強震計を一斉に遠隔でトリガーし、観測点からISDN回線のダイヤルアップを開始させる、新しいトリガー方式（センタートリガー方式と呼ぶ）の試験も始めている。KiK-netのデータもインターネットを通じて公開されている。特に、2008年（平成20年）岩手・宮城内陸地震において記録された、一関西観測点の強震データ（3成分合成最大加速度4022gal）は、著者らの知る限り、地表面において記録されたもっとも加速度の大きい強震データである（地震調査研究推進本部, 2008; Aoi et al., 2008）。

4. おわりに

K-NETとKiK-netのデータはインターネット上で公開しており、利用者登録が必要であるが、誰でも利用が可能である。公開データは強震動や耐震工学の研究に用いられる他、設計用の地震動に利用されるなど、様々な実務にも活用されている。今後も多くのデータ利用がなされ、防災力の向上に役立てられれば幸いである。現在、データは下記より公開されている。

防災科学技術研究所 強震観測網(K-NET, KiK-net)
<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

謝 辞

第46回自然災害科学総合シンポジウムの運営にあられた自然災害研究協議会の皆様、ならびに、京都大学防災研究所担当事務の皆様に感謝いたします。

参考文献

Aoi, S., Kunugi, T. and Fujiwara, H. (2004): Strong-motion seismograph network operated by NIED: K-NET and KiK-net, *Jour. JAEE*, 4, pp. 65-74.
Aoi, S., Kunugi, T. and Fujiwara, H. (2008): Trampoline Effect in Extreme Ground Motion, *Science*, 322, pp. 727-730.
Eguchi, T., Fujinawa, Y., Fujita, E., Iwasaki, S., Watabe, I. and Fujiwara, H. (1998): A real-time observation network of ocean-bottom-seismometers deployed at the Sagami trough subduction zone, central Japan, *Mar. Geophys. Res.*, 20, pp. 73-94.
Fujiwara, H., Morikawa, N., Ishikawa, Y., Okumura, T., Miyakoshi, J. and Nojima, N. (2008): Verification of

the national seismic hazard maps for Japan with actual observed strong motions by K-NET in last decade, *Fifth International Conference on Urban Earthquake Engineering*, pp. 61-66.

Kinoshita, S. (1998): Kyoshin Net (K-NET), *Seism. Res. Lett.*, 69, pp. 309-332.

Horiuchi, S., Negishi, H., Abe, K., Kamimura, A and Fujinawa, Y. (2005): An Automatic Processing System for Broadcasting Earthquake Alarms, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95, pp. 708-718.

Odaka, T., Ashiya, K., Tsukada, S., Sato, S., Ohtake, K., and Nozaka, D. (2003): A New Method of Quickly Estimating Epicentral Distance and Magnitude from a Single Seismic Record, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 93, pp. 526-532.

木下繁夫・上原正義・斗沢敏雄・和田安司・小久江洋輔 (1997) : K-NET95型強震計の記録特性, *地震*2, 49, pp. 467-481.

功刀 卓・青井 真・中村洋光・藤原広行・森川信之 (2008) : 震度のリアルタイム演算法, *地震*2, 60, pp. 243-252.

功刀卓・青井真・藤原広行 (2009) : 強震観測 — 歴史と展望 —, *地震*2, 61, pp. S19-S34.

汐見勝彦・小原一成・針生義勝・松村 稔 (2009) : 防災科研Hi-netの構築と成果, *地震*2, 61, pp. S1-S7.

地震調査研究推進本部 (1997) : 地震に関する基礎的調査観測計画, 1997年8月29日.

地震調査研究推進本部 (2008) : 平成20年 (2008年) 岩手・宮城内陸地震の評価, 2008年6月26日.

鈴木宏芳・池田隆司・御子柴正・木下繁夫・佐藤春夫・高橋博 (1981) : 関東・東海地域における孔井検層資料集, *防災科学技術研究所研究資料*, 65, 162pp.

東田進也・小高俊一・芦谷公稔・大竹和生・野坂大輔 (2004) : P波エンベロープ形状を用いた早期地震諸元推定法, *地震*2, 56, pp. 531-361.

中村洋光・山本俊六・堀内茂木・功刀 卓・青井 真・藤原広行・芦谷公稔 (2006) : 表層地盤がP波初動の振幅増加率に与える影響, *日本地震学会講演予稿集*, 2006年度秋季大会, 186.

藤原広行・功刀 卓・安達繁樹・青井 真・森川信之, (2007) : 新型K-NET : 強震動データリアルタイムシステムの構築, *日本地震工学会論文集*, 7, pp. 2-16.