

地震観測の歴史と地表面最大加速度の推移に関する考察

熊本高等専門学校 学生会員 田爪陽
 熊本高等専門学校 学生会員 田中有貴
 熊本高等専門学校 正会員 脇中康太

1. はじめに

1995 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震は、震度階級最大の震度 7 を記録し、加えて震源地が都市直下ということもあり発生当時戦後最多の死者を出す大災害となった。この地震を契機として多くの耐震設計基準が見直されるとともに全国の地震観測網の整備が加速化し、日本の地震防災への取り組みを大きく変えることとなった。また、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は、津波と共に多くの犠牲者と甚大な構造物被害をもたらした。兵庫県南部地震を超える観測史上最悪の災害をもたらした。この他にも世界有数の地震国である日本では、昔から数多くの巨大地震が頻繁に発生している。

本研究では、我が国における地震観測の歴史と地表面最大加速度の変遷について考察することを目的とし、過去発生した巨大地震を対象に、地震計の種類と地表面最大加速度の整理を行った。

2. 地震動分析方法

2. 1 分析対象地震

本研究で対象とする地震を表-1 に示す。マグニチュード 6 以上の地震を中心に分析できるデータが存在する地震を選定した。分析対象とする地震のうち 2000 年以降の地震については防災科学技術研究所が運用する K-NET, KiK-net の強震観測網のデータを使用した¹⁾。防災科学技術研究所の強震観測網は 1996 年より整備されているため、これ以前の地震については気象

表-1 分析対象地震一覧

地震名	気象庁 マグニチュード Mj	震源深さ km	最大震度	地震の種類
2018年 北海道胆振東部地震	6.7	37	7	直下型
2018年 大阪府北部地震	6.1	13	6弱	直下型
2016年 熊本地震(本震)	7.3	12	7	直下型
2016年 熊本地震(余震)	6.5	11	7	直下型
2011年 東北地方太平洋沖地震	8.4(Mw=9.0)	24	7	海溝型
2008年 岩手・宮城内陸地震	7.2	8	6強	直下型
2007年 新潟県中越沖地震	6.8	17	6強	直下型
2007年 能登半島地震	6.9	11	6強	直下型
2004年 新潟県中越沖地震	6.8	13	7	直下型
2003年 十勝沖地震	8.0	45	6弱	海溝型
2003年 宮城県北部地震	6.4	12	6強	直下型
2000年 鳥取県西部地震	7.3	11	6強	直下型
1995年 兵庫県南部地震	7.3	16	7	直下型
1994年 三陸はるか地震	7.6	0	6	海溝型
1994年 北海道東方沖地震	8.2	24	6	海溝型
1993年 北海道南西沖地震	7.8	35	6	海溝型
1993年 釧路沖地震	7.5	101	6	海溝型
1978年 宮城県沖地震	7.4	40	5	海溝型
1968年 三陸沖北部地震	7.9	20	5	海溝型
1962年 宮城県北部地震	6.5	19	4	直下型

庁が公開している強震観測データを使用した²⁾。なお、表-1 に示す 1978 年宮城県沖地震・1968 年三陸沖北部地震・1962 年宮城県北部地震においては、建築性能基準推進協会に示される観測データを使用した³⁾。建築性能基準推進協会に示される観測データは強震記録を再数値化した加速度データである。なお、2008 年岩手・宮城内陸地震では、地表面最大加速度 3866gal と非常に大きな計測値が確認されているが、これは大町ら⁴⁾によって測定の違いが指摘されており、1550gal 程度が妥当であると示されているため、この値を使用した。各地震において、地震記録は複数地点で観測されているが、使用したデータは全て震源から近く、地表面最大加速度が最大の観測点を選定した。なお、ここで言う地表面最大加速度とは南北方向・東西方向・上下方向の 3 成分をベクトル合成して得られる値を示す。

3. 分析結果

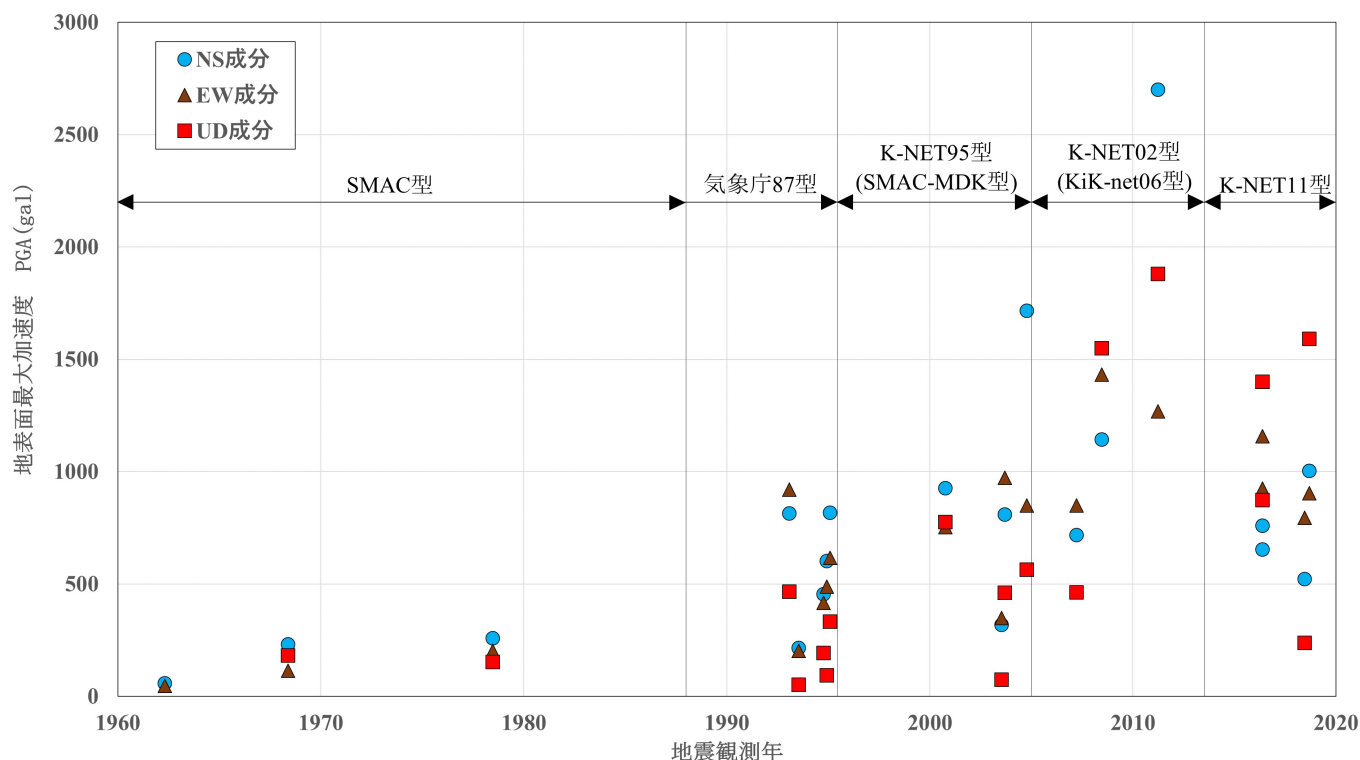
図-1 に各地震の 3 成分の地表面最大加速度と地震計の種類を示す。ここでは、図-1 をもとに地震種別と加速度計測方向に関する分析と、強震計の計測精度と地表面最大加速度の観点から考察を行う。

3. 1 地震種別と加速度計測方向

各地震で 3 成分の地表面最大加速度を見ると、南北・東西方向に比べ上下方向の加速度が小さく観測されている地震が多くある。一方で、地震によっては、逆に上下方向が大きく観測されている地震もある。これらのデータについて、地震の種別で分析したところ、海溝型地震においては上下方向の加速度が小さい傾向にあり、一方で直下型地震においては上下方向の加速度が大きい傾向が認められた。通常、地表面最大加速度は 3 成分のベクトル合成によって求める事が多いが、地震の種別によって上下方向の加速度の傾向が異なるということに留意が必要である。

3. 2 強震計の計測精度と最大加速度

図-1 に示すように、計測される地表面最大加速度は年々増加傾向にあり、プロットされるデータが右肩上がりとなっていることが一見して分かる。我が国で設置されている地震計の総数は、文部科学省地震調査研究推進本部の調べ⁵⁾によると、2017 年時点で地上に約 5900 箇所、地下に 749 箇所あると言われている。日本が強震記録を始めた頃は地震動を紙に記入し、正確な時刻が記録できない機械式の強震計であったが、現在

図-1 各加速度成分の推移⁸⁾

技術の進歩により機械式の課題をクリアしたデジタル式の強震計が使用されている。デジタル式強震計になっても改良が続けられ、より正確な計測ができるに整備されている。K-NETにおける地震計の性能を表-2に示す。図-1に示すデータのうち、K-NET95型及びK-NET02型の中には、それぞれSMAC-MDK型及びKiK-net06型による観測データが混在している。これらの地震計は、K-NET95型及びK-NET02型と同等の性能を持つことが確認⁸⁾されている。センサの感度を示すスケールファクタは改良のたびに向上しており、より小さな地震動までを正確に計測できるようになっている。近年、非常に大きな地表面最大加速度が計測されることがあるが、この背景にはこのような地震計の計測精度向上が起因していると考えられる。なお、気象庁で使用していた87型電磁式地震計については、スケールファクタ等の詳細は不明であるが、図-1より機械式であるSMAC型と比較してセンサの性能は飛躍的に向上していると言えるが、近年のK-NET型と比較するとその精度は劣るものと思われる。

表-2 強震計の性能比較⁶⁾⁷⁾

地震計	スケールファクタ (mgal / count)	最大計測可能範囲 (gal)
K-NET95型	0.24	2000
K-NET02型 (K-NET02型A)	0.63	4000
K-NET11型 (K-NET11型A, KiK-net11型B)	0.95	8000

4. まとめ

本研究の成果をまとめると以下の通りである。

- 1) 3成分合成の加速度に上下方向の加速度が及ぼす

影響は少ないが、直下型地震の場合、縦揺れの影響が大きく影響する場合もある。

- 2) 強震計の精度向上により計測される最大加速度は上昇傾向にある。しかし、最近の地震を過去の地震と比較する際、異なる指標で評価していることに留意する必要がある。

参考文献

- 1) 防災科学技術研究所強震観測データ:<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 2) 気象庁強震観測データ:<http://www.data.jma.go.jp/sv/d/eqev/data/kyoshin/jishin/index.html>
- 3) 建築性能基準推進協会代表的な観測地震波(加速度データ):<http://www.seinokyo.jp/jsh/top/>
- 4) 大町達夫, 井上修作, 水野剣一, 山田雅人:2008年岩手・宮城内陸地震のKiK-net一関西における大加速度記録の成因の推定, 日本地震工学会論文集, 第11巻, 第1号, pp.32-47, 2011.
- 5) 文部科学省地震調査研究推進本部:https://www.jishin.go.jp/main/kansoku/kansoku17/kansoku_2017.pdf
- 6) 藤原広行, 功刀卓, 安達繁樹, 青井真, 森川信之: 新型K-NET:強震動データリアルシステムの構築, 日本地震工学会論文集, 第7巻, 第2号(特集号), pp.2-16, 2007.
- 7) 日本地球惑星科学連合2016年大会:K-NET20年, <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2016/subject/SCG61-01/detail?lang=ja>
- 8) 功刀卓, 青井真, 藤原広行:強震観測 - 歴史と展望 -, 地震第2輯, 第61巻(特集号), pp.19-34, 2009.