

茨城大学工学部 正会員 井上凉介

茨城大学工学部 松本智良

都立大学工学部 安達基久

1. まえかき 近年 構造物の大型化に伴い“やや長周期領域”における地震動特性の把握が耐震工学上重要な課題となっている。この目的のために 筆者の1人を含むグループは先に1968年十勝沖地震の気象庁変位強震計記録(14記録)を数値化し¹⁾、また筆者らは昨年に1983年日本海中部地震の同じく変位強震計記録(30記録)を数値化したか²⁾、今回はそれらに引き続いて1933年~1968年における巨大地震(M_s が8クラス)の比較的近距離(震央距離 Δ が50~500 km)における気象庁各官署の変位強震計(1950~52年以前のものは大森式地震計、今村式強震計、中央気象台型強震計のいずれか、またそれ以後のものは気象庁型強震計、以後便宜上、前者を“旧式の強震計”と呼ぶ)による記録を数値化し解析したので 以下に報告する。

2. 地震記録 表1、表2に今回解析した地震記録(14記録、水平23成分)を、図1に各地震の震央位置と各観測点の位置をそれぞれ示す。このうち十勝沖地震の秋田の記録は前回¹⁾すでに数値化済みであるが、前回数値化したうちでは速度応答スペクトルおよび地動加速度のレベルが最も大きいもので、今回との比較のために再録した。また同地震の酒田と新潟は、 Δ も大きく震度も小さい(震度3)のために前回は数値化しなかった地点であるが、両地点は全国的にみてもやや長周期領域において特にゆれやすい地点であるため、今回解析の対象とした。なお今回解析した記録は、以前に気象庁各官署から入手した多数の記録の中から 大振幅で数値化が可能なるものを厳選したものである。図2に記象紙の一例(白黒を反転してある)を示す。

3. 解析方法 各記録の解析手順は前回¹⁾²⁾とほぼ同様である。但し旧式の強震計の場合、①地震計のアーム長が不明、②見かけの零線が何段階にも変化している記録が含まれている、といった問題があり、これらを以下のように解決した。まず①に關しては、図3に示すように記象上で振幅の大きい個所において等時刻線を仮想し、この線上の3点の座標を讀取ってそれからアームの中心を求め、次いでアーム長を求めた。次に②に關しては図4に示すように、各区分ごとに零線を補正し(図4(b))、次いで各区分ごとにアームの傾斜の影響を除去し円弧補正を施した(図4(c))。なお各記録の速度応答スペクトル S_v は、減衰定数 h が0.1% (石油タンクを想定)と2% (長大橋梁を想定)の2種類の場合について計算した。

4. 解析結果および考察 表2に各記録の最大地動振幅を示す。同表より各最大振幅の最大値は、変位、速度、加速度のそれぞれについて23.3 cm, 12.1 kine, 27.7 galである。次に図5、図6に今回解析した中では値の大きかった2地点の S_v を示す。このうち後者(酒田、 $\Delta=377$ km, 震度3)のEW成分の S_v の最大値は165 kine と今回のうちで最も大きい値である。ちなみに前回²⁾日本海中部地震を解析した際、最も値の大きかった新潟($\Delta=276$ km, 震度3)のNS成分の S_v を図7に示す。この S_v の最大値は188 kine で今回の酒田より大きい。図6、図7は弱減衰($h=0.1\%$)の S_v の最大値が Δ や震度よりその地点の“やや長周期領域におけるゆれ易さ”に支配されていることを示している。次いで図8に石油タンク、長大橋梁の現行の耐震基準を、また図9(a),(b)に各記録の S_v の最大値と対応する周期(卓越周期)の関係を、それぞれ示す。これらの図より S_v の最大値が基準の値と近い(それ以上の値を示すものは、石油タンク($h=0.1\%$)の場合23成分中6成分、また長大橋梁($h=2\%$)の場合23成分中13成分で、これらの結果より図8の耐震基準の見直しが必要であると結論される。なお本研究の一部は、昭和58・59年度文部省科学研究費・総合研究(A)(代表・片山恒雄)による予算で行なわれた。

5. 参考文献 1)土木学会:石油タンクの耐震安全性に関する調査報告書, 昭和57年12月, 2)井上ほか:日本海中部地震の気象庁変位強震計による記録の解析, 地震学会講演予稿集 No.2, 昭和59年10月

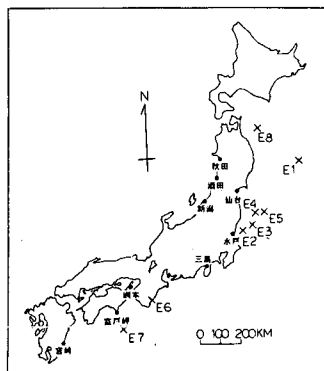


図1. 各観測点の位置と各地震の震央位置

地震番号	日付	地震名	深さ(km)	M _s	観測点	Δ(km)	震度
E1	1933. 3. 3	三陸沖	—	8.5	仙台	332	5
E2	1938. 5. 23	三陸沖	—	7.6	仙台	49	5
E3	1938.11. 5	福島県東方沖 (1 st.)	6.0	7.7	水戸	122	5
E4	1938.11. 5	福島県東方沖 (2 nd.)	6.0	7.7	水戸	150	5
E5	1938.11. 6	福島県東方沖 (3 rd.)	6.0	7.6	水戸	164	4
E6	1944.12. 7	東南海	—	8.0	宮崎	178	4
E7	1946.12.21	南海道	—	8.2	本崎	208	5
E8	1968. 5.16	十勝沖	9	8.1	秋田	246	4

表1. 解析に用いた地震記録

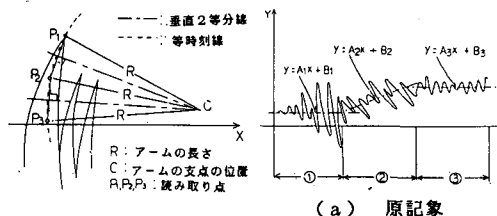


図3. アーム長の求め方

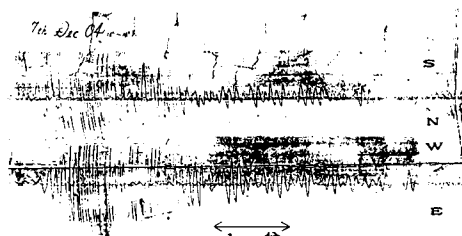


図2. 東南海地震の三島における記録

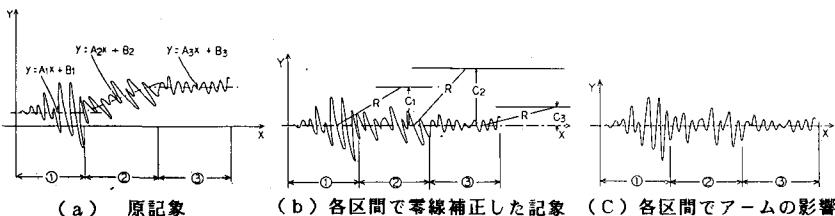


図4. 見かけの零線が3段階に変化する場合の補正方法

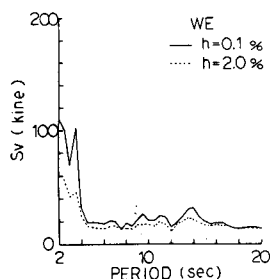


図5(a). 東南海地震の三島における Sv(WE成分)

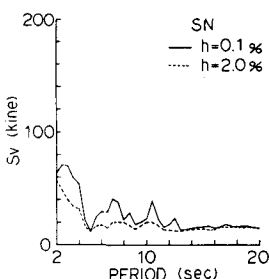


図5(b). 同左 (SN成分)

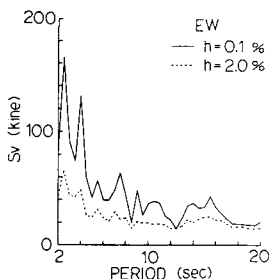


図6(a). 十勝沖地震の酒田における Sv(EW成分)

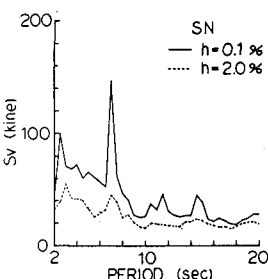


図6(b). 同左 (SN成分)

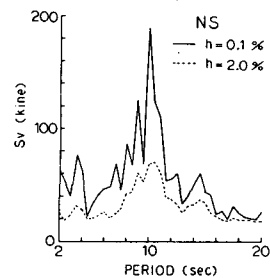


図7. 日本海中部地震の新潟における Sv(NS成分)

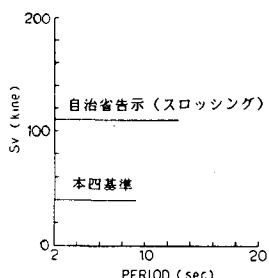


図8. 現行の耐震設計基準 図9(a). 各記録の Sv の最大値と卓越周期の関係(h=0.1%)

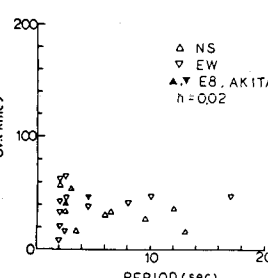
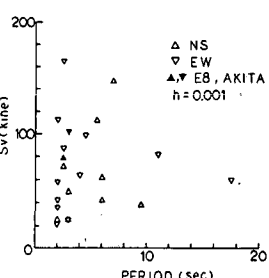


図9(b). 同左 (h=2%)