

竹中技術研究所

正員

○辰巳 安良

阿部 康彦

同 上

正員

畑中 宗憲

杉本 三千雄

1. はじめに

軟弱地盤に大型で深い地中構造物を建設することが今後増加するものと考えられる。したがって、耐震設計を行うにあたり、軟弱地盤の深い地点から地表までの地震時挙動の把握が望まれる。

著者らは昭和50年以来、東京都江東区南砂の竹中技術研究所敷地内で、GL-45m以浅の3深度で地震観測を続けているが¹⁾、昨年(昭和57年)末、GL-45m以深の3深度に地震計を増設し新たな観測体制に入った。本報告では、深層までの地盤および地震観測の概要と新体制での観測結果について述べる。

2. 地盤および地震観測の概要

地中地震計の埋設に伴い、標準貫入試験、PS検層等を行ったのでその結果を図-1に示す。地盤は大きくはGL-44.6m以浅の沖積軟弱層とそれ以深の洪積層に別れる。

なかでもGL-27.9m以浅のシルト層は超軟弱である。また、GL-44.6m以深は一部比較的軟らかい粘土層をはさんではいるが、S波速度400~470m/sの洪積層で構成されている。

地中地震計はサーボ型加速度計(固有周期0.3秒)であり、既設のGL-3.5m(NS・EW)、-11.2m(NS・EW)、-44.4m(NS・EW・UD)および新設のGL-63.2m(NS・EW)、-105.1m(NS・EW)、-153.2m(NS・EW・UD)の合計14成分である。これらのデータは、最深部の3成分をトリガー兼用として、AD変換器・遅延回路・自動感度切換・水晶時計内蔵のデジタル式地震波収録装置により、他の建物・杭の各種データと共に、磁気テープに収録される。¹⁾

3. これまでの観測結果と考察

新体制に移行してから観測された地震のうち、東京で震度Ⅱ以上の地震の諸元を表-1に示す。これらのうち最も大きな地震はⅥ(茨城県南部・東京震度Ⅳ)であり、GL-3.5mでは約77galの最大加速度を記録している。

図-2(a)は表-1の全地震のNS, EW成分の深度方向の最大加速度分布を示したものである。同様に図-2(b)は加速度記録の積分により求めたGL-153.2mに対する相対変位の最大値分布を示したものである。最大加速度のGL-44.4m以深での増幅はほとんどなく、それ以浅での増幅は大きい。特にGL-11.2m以浅での増幅が顕著である。また、最大変位分布は最大加速度分布と同様の傾向がみうけられ、

表-1 観測地震の諸元

No	発 生 日 時	震 央 位 置	M	震 央 距 離 (Km)	震 源 深 さ (Km)	東京震度
1	1982.12.28 15:37	三宅島近海	6.4	205	20	Ⅱ
2	1982.12.29 16:03	三宅島近海	5.9	215	20	Ⅱ
3	1983.1.16 21:45	千葉県北部	4.4	30	7.5	Ⅱ
4	1983.1.27 18:08	東京都東部	4.6	20	5.7	Ⅲ
5	1983.2.22 11:49	千葉県北部	4.9	25	8.0	Ⅲ
6	1983.2.27 21:14	茨城県南部	6.0	40	7.0	Ⅳ

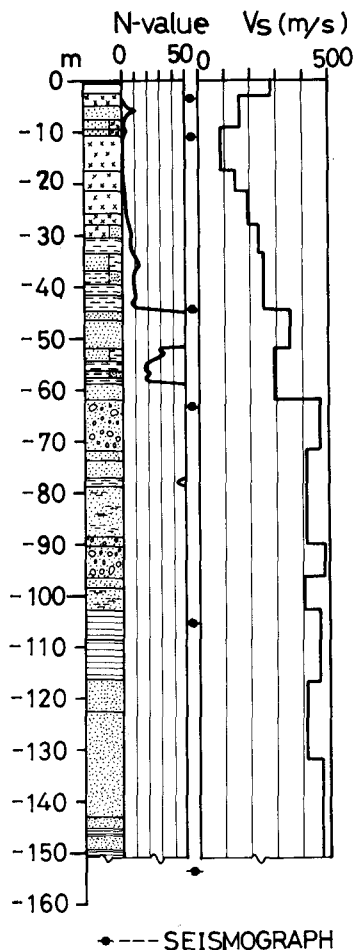


図-1 観測地盤の諸条件

1次と2次のモードが卓越していることもうかがわれる。以上のことから、地盤剛性の大きく変化する境界部において地震時ひずみが集中しやすいことが推察される。

図-3(a)はGL-3.5mのGL-153.2mに対する伝達関数(フーリエ振幅比)、(b)はGL-3.5mのGL-44.4mに対する伝達関数を、 $M_4 \sim 6$ 地震EW成分について示したものである。(a)、(b)ともに、3地震による伝達関数は概ね一致していることを示しているが、(b)では M_6 地震の卓越振動数が M_4 、 M_5 地震に比して低振動数側にずれている傾向がみられる。一方(a)では、卓越振動数の低振動数側へのずれはあまり明瞭ではない。このことより、 M_6 地震ではGL-44.4m以浅の軟弱層での増幅が大きく、ひずみも大きくなり剛性の低下がかなりあったと推察される。また、GL-44.4m以深の洪積層ではひずみが小さく剛性低下もあまりないため、全体系の伝達関数(a)への影響があまりなかったものと考えられる。

図-4(a)、(b)はそれぞれGL-3.5m、-153.2m EW成分の加速度応答スペクトルについて、 $M_4 \sim 6$ の地震を比較して示したものである。また、新耐震設計法(案)の数量化手法により求められた平均応答スペクトル²⁾のうち $5.4 \leq M < 6.1$ 、 $2.0 \leq \Delta < 6.0$ Km、第4種地盤のものを同時にプロットした。表-1に示すように $M_4 \sim 6$ の地震は震源距離には大差はなく、マグニチュードは M_4 、 M_5 、 M_6 の順に大きくなっている。本図より、マグニチュードの増大に伴う応答スペクトルの増大の比率は周期0.5秒以上において大きくなる傾向がみられる。次に、平均応答スペクトルは、特に対比すべき M_6 地震のGL-3.5mと良い近似を示している。また3地震、2深度の全成分と同様に平均スペクトルも0.3~0.4秒にピークをもつのは興味深い。

4. おわりに

GL-153mまでの地震観測は緒についたばかりである。今後、著者らは、継続的に観測を行い、データを蓄積し、軟弱地盤の深い地点からの地震時挙動および地震動の特性と確率的性質を把握することにより、地中構造物などの信頼性の高い耐震設計を目指してゆくつもりである。

参考文献

- 1) 阿部康彦他:「軟弱地盤-杭-建物の地震観測」, 第6回日本地震工学シンポジウム, PP. 1545~1552, 1982
- 2) 建設者土木研究所:新耐震設計法(案), PP. 66~81, 昭和52年3月

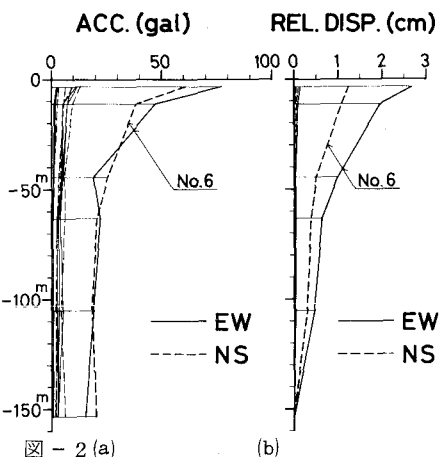


図-2(a)

(b)

最大加速度分布

最大相対変位分布

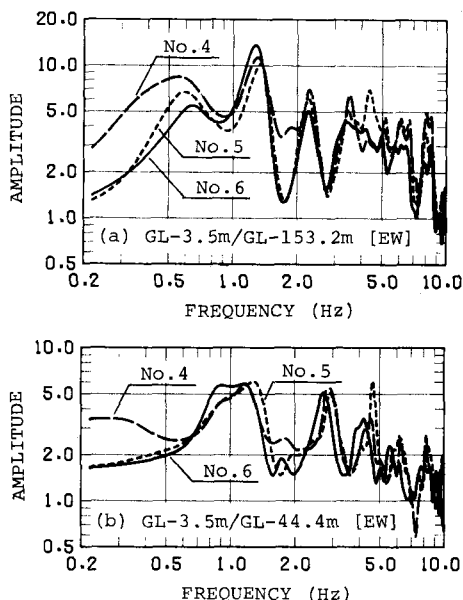


図-3 伝達関数 (フーリエ振幅比)

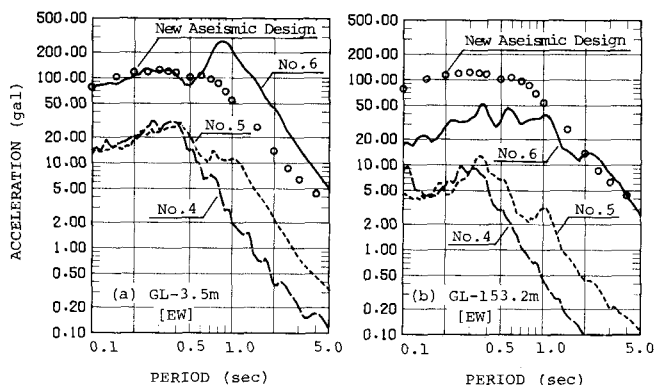


図-4 加速度応答スペクトル (減衰定数 $h=0.05$)