

I-558

軟弱地盤中の高層建物基礎杭の地震時挙動

清水建設(株)技術研究所

正会員 清水勝美

正会員 田蔵 隆

正会員 横田治彦

正会員 片岡俊一

1. はじめに

軟弱地盤中の基礎杭の地震時挙動の解明ならびに杭基礎構造物の耐震設計法の確立を目的として、横浜市の軟弱地盤に建設された12階建ての杭支持建物に対して地震観測を実施している。本報は、地震観測システムおよび横浜市内で震度Ⅳの地震記録に基づく基礎杭の地震時挙動について報告するものである。

2. 地震観測システム

地震観測を実施している建物は、S造で一部SRC造の地下1階、地上12階建ての事務所ビルであり、地震観測は1989年12月から開始している¹⁾。図1は地震計配置を示したもので、加速度計を地盤および建物に9台21成分、鉄筋計を建物コーナー部の杭(A杭)と建物中央部の杭(B杭)にそれぞれ24台、間隙水圧計を地盤に2台設置している。

表層GL-39m以浅はシルト質の軟弱な地盤であり、GL-39m以深の支持層はN値が50以上の泥岩と砂岩の互層となっている。地盤のせん断波速度 V_s は、表層で $V_s=120\sim190$ m/s、支持層で $V_s=480$ m/sである。

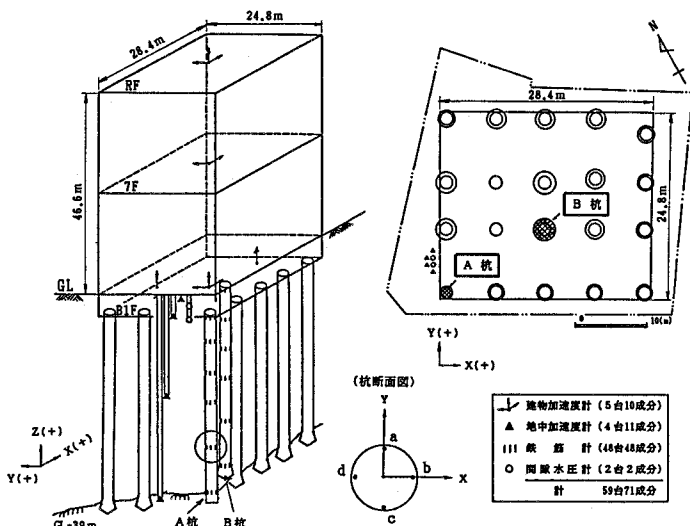


図1 地震計配置

3. 地震観測記録

これまでに得られた地震記録の中で最大の加速度を与えた地震は、1990年2月20日の伊豆大島近海の地震(マグニチュード $M=6.6$ 、震源深さ $D=20$ km、震央距離 $\Delta=92$ km)であり、地表(GL-2 m)の最大加速度はX方向で19ガルであった。図2は地盤および建物の加速度、間隙水圧、杭頭部の軸ひずみおよび曲げひずみ記録を示したものである。杭の軸ひずみ記録は建物コーナー部のA杭の方が建物中央部のB杭よりも記録の全般に渡り大きくくなっているが、ロッキング動の励起がその理由として考えられる。間隙水圧記録に関しては、時刻30秒以降で約2%の過剰間隙水圧の蓄積現象が見られた。

図3は建物B1Fの加速度記録ならびに杭頭部の軸ひずみおよび曲げひずみ記録のフーリエスペクトルである。軸ひずみのスペクトルには周期1.38秒に卓越したピークが見られるが、この周期成分は建物Y方向の水平動および回転動の連成系の1次固有周期と対応するものである¹⁾。また、曲げひずみには周期0.8~2.0秒の間に複数のピークが現れているが、X軸回りの曲げひずみ ϵ_{mx} とB1FのY方向加速度のスペクトル、ならびにY軸回りの曲げひずみ ϵ_{my} とB1FのX方向加速度のスペクトルはそれぞれ良く対応している。

図4は杭の深さ方向のひずみ分布の経時変化に関して、主要動のうち時刻25~45秒の20秒間について見たものである。軸ひずみは深さ方向に大きく変化しない傾向があるのに対して、曲げひずみは杭頭部とせん断波速度 V_s が120 m/sから190 m/sに変化する地層境界付近で大きく、 V_s が120 m/sの中間部で小さいことが分かる。この杭の深さ方向の地震時ひずみの傾向は、筆者らが行った道路橋橋脚基礎杭での地震観測記録に基づく検討結果²⁾と良く一致しており、軟弱地盤中の基礎杭の典型的な地震時挙動特性を表していると言える。

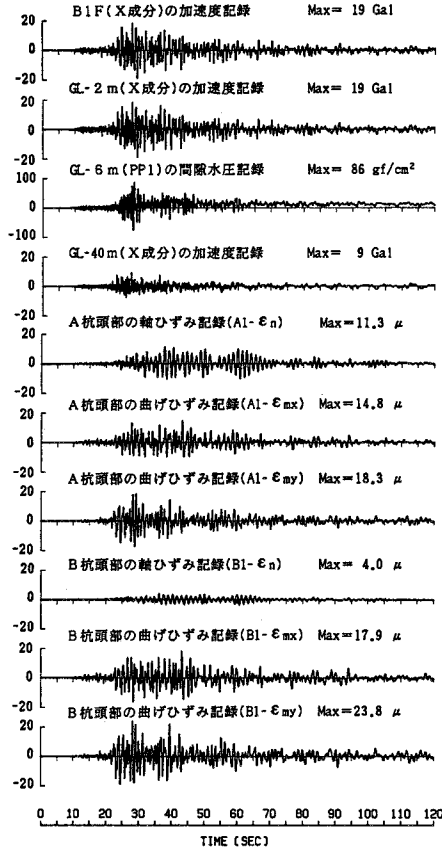


図2 1990年2月20日伊豆大島近海の地震による観測記録

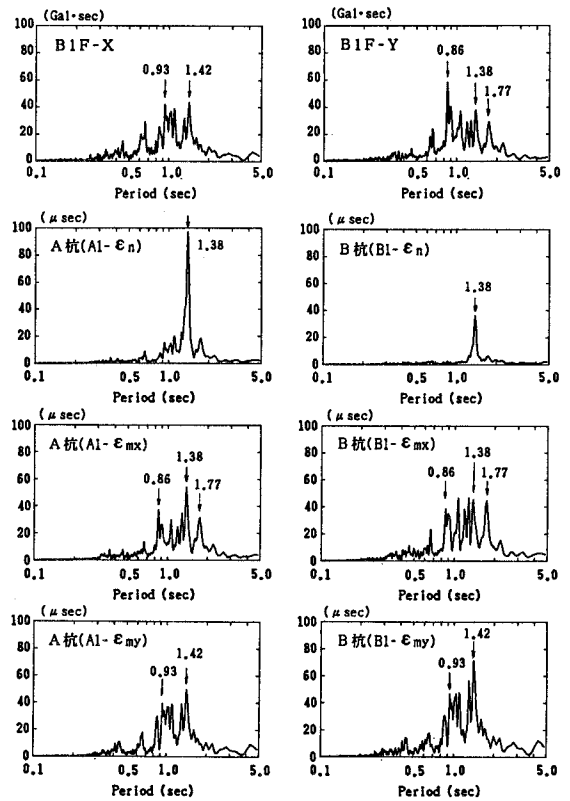


図3 建物B1Fの加速度および杭頭部のひずみのフーリエスペクトル

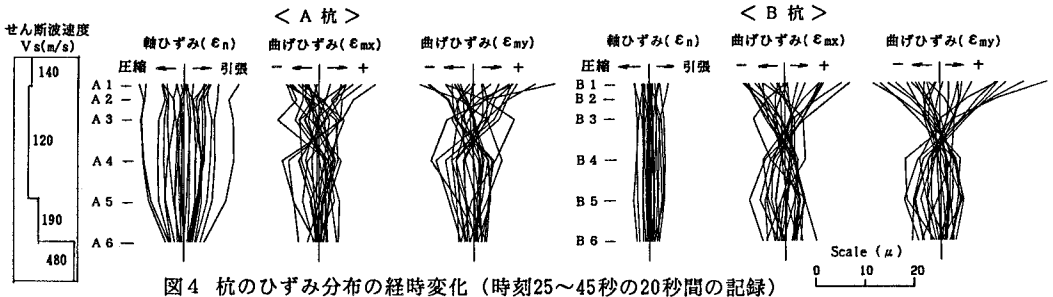


図4 杭のひずみ分布の経時変化（時刻25～45秒の20秒間の記録）

4. あとがき

臨海部などの軟弱地盤に杭基礎構造物を建設する機会が増大しているにも拘らず、地震観測事例が少ないことから杭基礎構造物の地震時挙動の実態が明らかにされていない。本研究では、基礎杭に及ぼす地盤震動と建物の慣性力の影響度の解明、ならびに有効な地盤・杭基礎・建物系の連成振動解析手法について検討を行う予定である。最後に、本地震観測を実施するに当たり、清水地所株式会社はじめ関係各位に多大な御協力を頂いた。記して感謝の意を表す次第である。

<参考文献>

- (1) 清水勝美、田蔵 隆、横田治彦、片岡俊一、佐武直紀：軟弱地盤に建設された杭支持建物に対する地震観測、第25回土質工学研究発表会、1990年6月。
- (2) 大平 彰、田蔵 隆、中松 新、清水勝美：軟弱地盤中の基礎杭の地震時挙動特性に関する研究、土木学会論文集、第362号／I-4、1985年10月。