

清水建設(株) 研究所 正会員 竹 脇 尚 信
同 土木設計部 近 藤 司

1. 研究の目的

セメント系材料によって剛性が高められた改良地盤は、水平地震動に対してはローパスフィルターの役割を果して最大加速度を著しく低下させるという制震効果をもたらすこと、浅い改良の場合、このような現象は入力損失理論で比較的良好にシミュレートできること、などを筆者らは文献(1)で報告した。さらに、制震効果には改良幅の影響が大きいと考えて、改良地盤の直径を約半分にして地震観測を行い、制震効果と改良幅の関係についても検討した²⁾。しかしそのときは、解析に利用できる地震波が少なかったことなどの理由により、上記の関係を十分に説明できなかった。そこで、その後に観測された地震波を加えて、この関係を再検討することにした。

2. 地震観測の概要

図-1に示すように、文献(1)で述べたB基礎(浅い改良地盤)の直径を30mから15.4mに変更して地震観測を行った。加速度計はB基礎上のT1、地中のT2～T4および地表面上のT5～T7の7個所に設置した。今回の解析では、直径変更後の記録としてはT1とT5のR方向成分を、変更前の記録としてはB基礎上のB1とB基礎中心から75m離れた地表面上のC1のR方向成分を用いる(文献(1)参照)。

3. 理論的な検討

文献(1)で報告したように、直径変更前のB基礎上での観測結果は次式の数値フィルターを用いれば比較的良好にシミュレートできる。

$$Z = \frac{\sqrt{Z}}{(1-\alpha)\pi} \xi J_1 \left(\frac{\sqrt{Z}(1-\alpha)\pi}{\xi} \right) \quad (1)$$

$$Z_{min} = 0.3$$

すなわち、未改良部地表面C1での観測波に式(1)で示されるフィルターをかけ、それを用いて計算された加速度応答スペクトルは、B基礎上で観測された地震波による加速度応答スペクトルとほぼ一致する。そこで、制震効果と改良幅の関係を理論的に検討するために、地震波としてはホワイトノイズを選び、式(1)を用いて直径の変更前後での加速度応答スペクトルを計算した。結果を図-2に示すが、○印はフィルターなしのスペクトルである。また、実線と破線は改良部の直径をそれぞれ30mと15mにしたときのものである。この図から、明らかな制震効果の現われる周期成分は、直径が30mの場合は1.8秒前後、直径が15mのときは0.7～0.8付近と読み取れる。また、0.2秒以下の短周期側では、直径の変更前後で制震効果はほとんど変りなく、0.5秒付近で最も差が大きいことも分る。

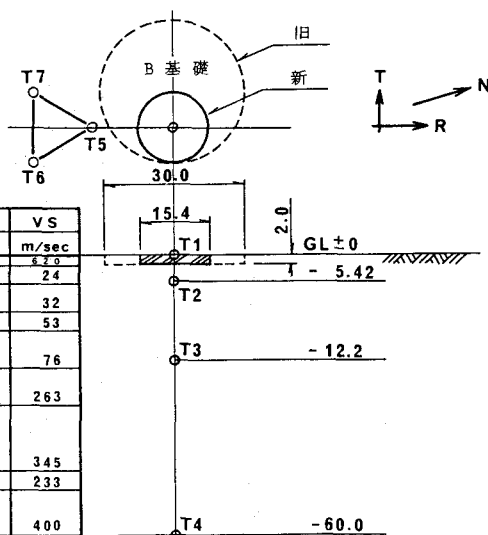


図-1 地震計配置図

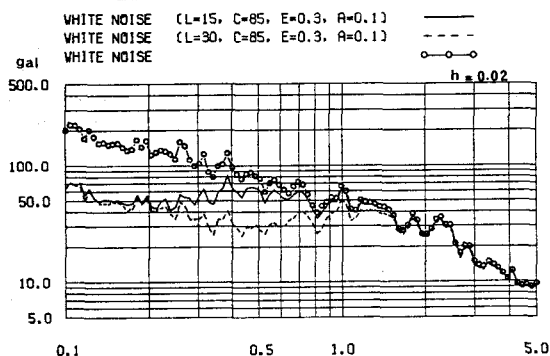


図-2 ホワイトノイズの応答スペクトル

4. 観測記録にもとづく検討

直径の変更前と変更後の観測記録から、比較的長周期成分の卓越する地震波と短周期成分の多い地震波をそれぞれ1波ずつ選び、改良地盤上と未改良部地表面での加速度応答スペクトルを計算した。結果を図-3から図-6に示すが、実線が改良部でのものである。これらの図を見ると、制震効果が顕著に現われる周期成分は、地震波の卓越振動数にあまり関係なく、直径の変更前では約1.8秒、変更後では0.8秒付近であることが分る。これは前節の理論的な予測とほぼ一致する。しかし直径30mと15.4mの2種類の改良地盤について同時に地震観測を行ったわけではないので、制震効果の現われる周期成分以外は前節で述べたような比較はできない。そこで、直径30mの場合は文献(1)で述べたように式(1)でシミュレートできるので、直径15.4mについても同様の解析を行ってみた。それが図-7であり、実線が解析結果で破線が改良地盤上の観測結果である。両者はよく一致している。

5. まとめ

改良幅の変更にともない、制震効果の現われる周期成分は明らかに異なることが分ったが、文献(2)の検討ではこのような差は出なかった。その原因はT1と改良地盤による反射波を含んだT2を用いたためと思われる。

謝辞 本研究でお世話になりました電力中央研究所の沢田義博氏に感謝します。

参考文献(1) 竹脇ら「セメント系材料による改良地盤の制震効果のシミュレーション」第35回土木学会学術講演会 第一部門、昭和55年9月。(2) 竹脇ら「セメント系材料による改良地盤の制震効果の検討」第36回土木学会学術講演会 第一部門、昭和56年10月

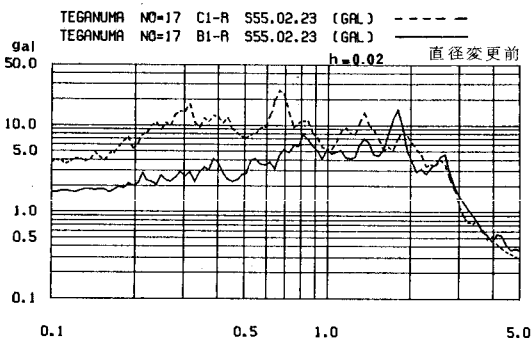


図-3 No.17地震の応答スペクトル

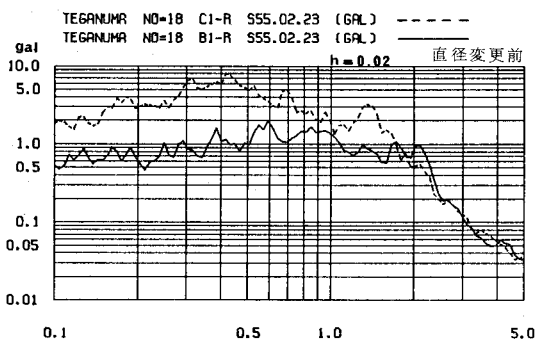


図-4 No.18地震の応答スペクトル

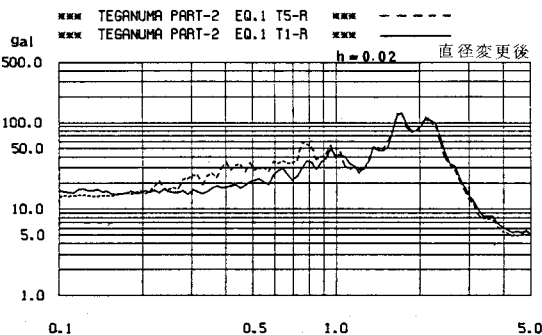


図-5 EQ.1の応答スペクトル

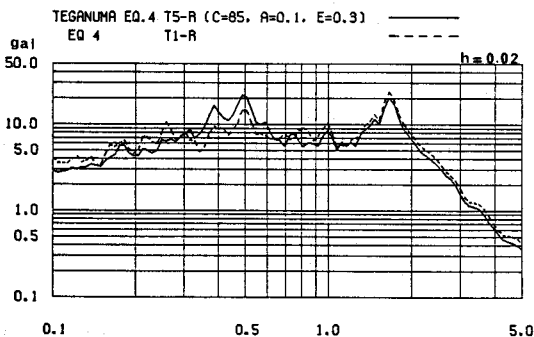


図-7 EQ.4のシミュレーション

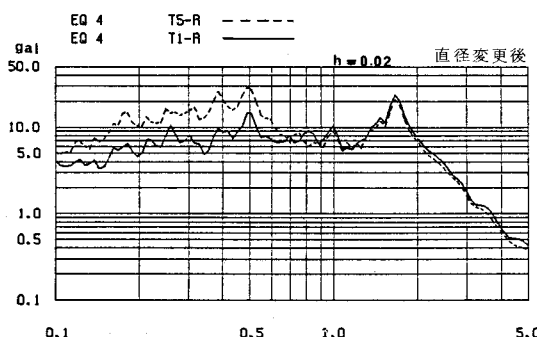


図-6 EQ.4の応答スペクトル