

清水建設(株) 研究所 正会員 竹 脇 尚 信
(職) 電力中央研究所 沢 田 義 博

1. 研究の目的

セメント系材料による改良地盤は、未改良地盤にくらべるに短周期成分の卓越する地震時においては、最大加速速度の著しい低下および短周期成分のカットバック制震効果があり、この現象は深くまで改良した場合には有限要素法で、浅い改良の場合には入力損失理論である程度シミュレートできることを筆者らは報告^{(1)~(4)}した。ところで、制震効果の現われるおもな要因を考えると、1)改良部と未改良部の剛性および質量の違い、2)改良部の深さおよび幅、などがあげられる。そこで筆者らは文献(1)、(2)で報告した浅い改良部(図-1のB基礎)の直径を変更し、今回は制震効果と改良幅の関係について検討することにした。

2. 改良部形状および地震観測

図-1に示すように、今回までの検討ではB基礎の直径Dは30mであったが、今回はそれを約半分(D=15.4m)に変更して地震観測を行っている。地震計はB基礎中心より上下方向に滑るT1からT4の4点と、地表面上のT5からT7の3点に設置した。観測は昭和56年1月から始めて、今までに数回の地震が観測された。この解析では、比較的低周期成分の卓越する地震波EQ.1と短周期成分の多いEQ.2のT1とT2のR方向成分を用いるが、EQ.1は1月19日に宮城県沖で発生したもので、EQ.2は1月28日に茨城県南部で起きた地震の記録である。なお、今回の地震計設置に際してB基礎直下よりP.S.換層を行った。図-1にはその結果を示しておく。

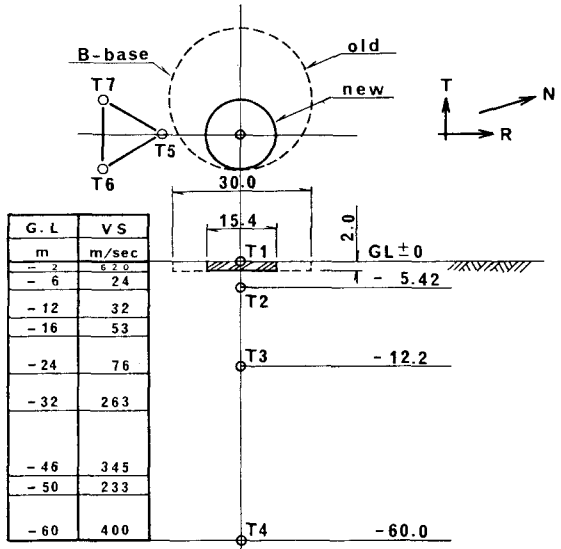


図-1 改良部形状および地震計配置図

3. 直径変更前後の制震効果の比較

B基礎の直径変更前後の制震効果の変化と制震効果の予測法を検討するために、直径変更後に観測された地震波の中から、EQ.1とEQ.2に同波数成分が比較的良好に似ている地震波(No.17とNo.18)をえらび出し、これらの4波に関する加速度応答スペクトルを計算した。さらに、これらの4波のT2でのR方向成分に

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

$$Z_{min} = 0.2$$

で示される入力損失理論に用いて数値フィルタをかけた。これらに関する加速度応答スペクトルを計算した。結果を図-2から図-3に示す。これらの図で、実線はT1に関するもの、破線はT2から求めたもので、それと---は入力損失理論に用いたものである。なお、応答スペクトルの計算においては、減衰定数は0.02とした。さらに、上式に含まれる各波の周期は文献(1)に述べてあるのと有るが、 $\xi = 1/\tau$ (τはフィルタ定数または振動数)であるから、入力系中では、αは直径変更前後の関係で0.04、τは変更前は0.35、変更後は0.30とした。

T1とT2の結果を比較すると、直径変更後でもかなりの制震効果があることが分かるが、明らかに制震効果は

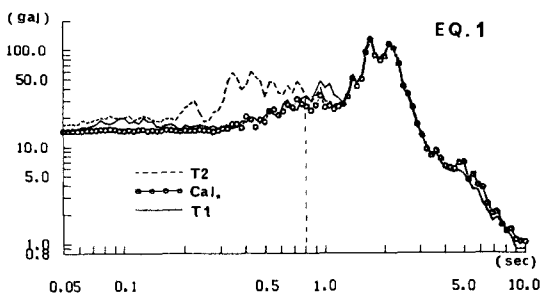


図-2 EQ. 1の加速度応答スペクトル

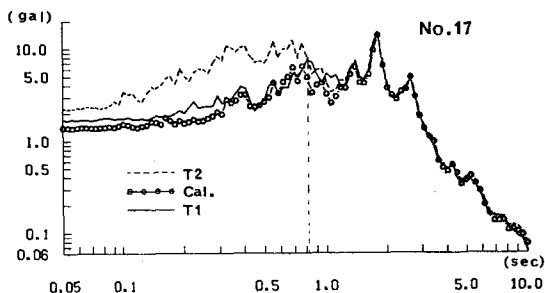


図-4 NO. 17の加速度応答スペクトル

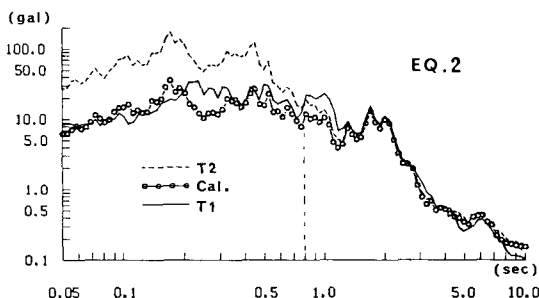


図-3 EQ. 2の加速度応答スペクトル

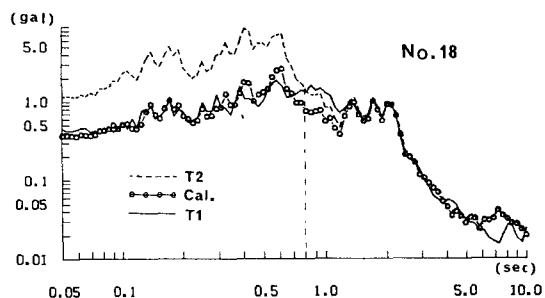


図-5 NO. 18の加速度応答スペクトル

このスペクトルも0.8秒付近から短周期側で現れ、この0.8秒ピッチ周期成分は直径の変更前後で変り、直径が小さければ地震効果の現れは短周期側へ入れると思われる。この結果は予想どおりである。一方、入力損失理論による解析結果とT1との結果と比較すると、4個のスペクトルにも両者は比較的良好に合っている。しかし、これは先に述べたようにこの値を変更すると変更前後は同じに取っているため、この定義 ($\tau = D/C$, D は改変部直径と見かけの波の速度) により考えると、直径の変更前の C は変更後の約2倍とかなり不自然さが残る。

4. 考 察

直径の変更前後、地震効果の現れは短周期成分は変り、かつフィルター定数ではほぼ同じ値にすれば観測結果をよくシミュレートできるという結果は、直径変更後の観測データが少ないうちは十分な説明はできないが、つぎのようには結論しているのではいふ分は筆者らは考えている。すなわち、1) 入力損失理論は剛性基礎を前提としているので、鉄筋コンクリートの場合は問題ないと思われるが、今回の改良地盤はこの前提条件を満たしてはいない可能性がある。2) 入力損失理論は基礎全体がヤマトに接する地盤の動きを拘束するに仮定して数値フィルターを導入しているが、必ずしも基礎全体ではなくある有効幅があるのではいふと思われる。3) S波速度が25 m/sという超軟弱地盤であるため、基礎部がヤマトに接する地盤の動きを必ずしも拘束してはいない可能性がある。4) ヤマトである。以上のように、後者は今後の研究課題として残されているので、今後も地震観測を続けて上記の現象が説明できるようにしたいと思っている。

謝辞 本研究でお世話になりました千葉県庁、電力中央研究所および清水建設の関係者の方々に感謝します。

参考文献 (1) IT協、"ソイルセメント系地盤改良による耐震効果" (ヤマト) 第15回土質工学研究発表会、昭和55年6月。(2) 沢田、"ソイルセメント系地盤改良による耐震効果" (ヤマト) 第15回土質工学研究発表会、昭和55年6月。(3) IT協、"セメント系材料による改良地盤の耐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1部門、昭和55年9月。(4) 沢田、"セメント系地盤改良の耐震効果に関する研究、地震観測から見た改良地盤の耐震効果" (ヤマト) 電力中央研究所報告、昭和55年9月。