

セメント改良補強土橋台の地震時挙動に関する一考察

○鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺健治 館山勝
日本鉄道建設公団 正会員 青木一二三 米澤豊司
東京大学 正会員 龍岡文夫 古関潤一

1.研究の背景 兵庫県南部地震などの過去の大地震において橋台が大きく変位し、背面地盤が沈下する被害が多く報告されている。筆者らはL2地震動に対しても十分高い耐震性を有する新しい構造形式の橋台を提案してきた¹⁾。本研究では、アプローチブロックをセメント改良土で製作し、補強材を用いて橋台と一体化したセメント改良補強土橋台模型の振動台実験を行い、橋台の地震時挙動に及ぼすフーチングの大きさの影響、およびフーチングのスリム化の可能性について検討したので報告する。

2.実験装置、実験方法 図1に橋台模型、および計測機器の配置の概略図を示す。2つの模型はフーチング幅が異なる(29cm→20cm)のみで、それ以外の点については全て同様な条件で作成した。これらの模型を長さ2.1m、幅0.6m、高さ1.4mの土槽内に設置し、神戸波(神戸海洋気象台NS成分、卓越周波数5Hz)を用い、最大加速度を100gal づつ1400galまで増加させる段階加振を行った。実験方法の詳細については文献[1]を参照されたい。

3.実験結果および考察

3.1 橋台の変位量について 神戸波1400gal加振後の残留変位はどちらの橋台も1～3mm程度で非常に小さく、過去に行なった従来型橋台(アプローチブロックを粒調碎石で製作した無補強橋台)の実験結果(500gal～600galで50～100mm程度の変位)と比較すると、耐震性は非常に高いことが分かった。(詳細は文献[1]参照)

3.2 補強材張力について 図2に各橋台の上、中、下層の延長補強材で測定した補強材張力の水平方向分布を示す。図中の実験値は、各段階加振において、橋台上端が主働方向に最大変位をした時(図1中の変位計Disp4の出力が最大となった時)の値であり、ほとんどのケースにおいて、橋台近傍の補強材張力が最大となった時の値である。どのデータも橋台近傍で補強材張力が最大となり、改良体内部での張力は小さい。このことより、橋台の転倒に対して橋台近傍のセメント改良体が特に大きく抵抗力を負担していることが分かる。フーチングの大小で比較すると、小フーチングの方が補強材張力が大きい。これは次節に示すように、大フーチング橋台の場合は転倒に対して大きな地盤反力(転倒に対する抵抗モーメント)が作用するのに対して、小フーチング橋台では地盤反力が小さいため、より大きな抵抗力が補強材に分担されたと考えられる。

3.3 地盤反力について 図3に大フーチング橋台の底面4箇所で測定した地盤反力と橋台の回転角の関係を示す。図中の実験値は各段階加振において、橋台上端が主働方向に最大変位をした時の値であり、多くのケースにおいてフーチングつま先部での地盤反力(LT4)が最大となった時の値である。加振前(回転角=0)では、橋台に作用する鉛直力の大部分はLT1、LT2、LT3で支持しており、つま先部(LT4)では支持していない。しかしながら加振を開始すると、つま先部での地盤反力(LT4)が急増し、逆にかかと部(LT1)が激減し、ゼロに漸近する。これは橋台かかと部において浮き上がり現象が起きているためである。さらに加振加速度が大きくなると、LT1、LT2に引き

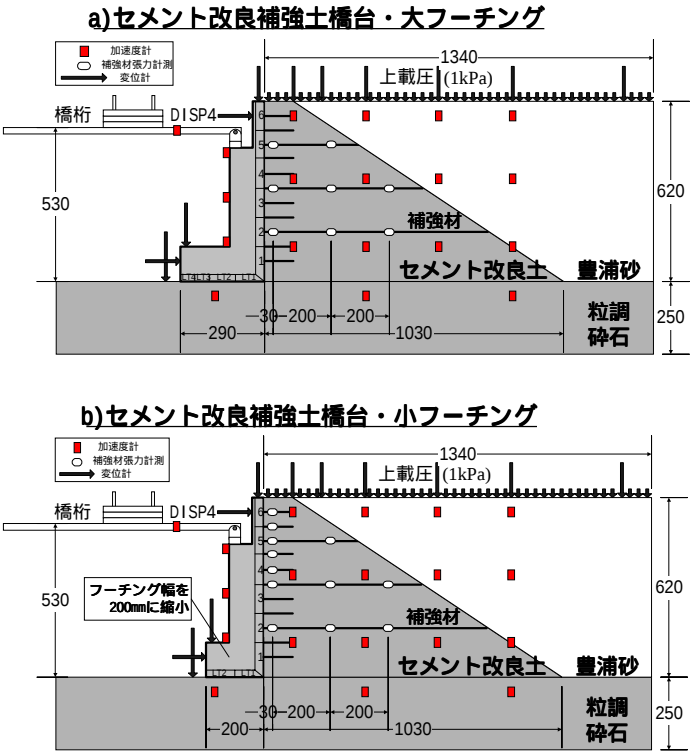


図1 橋台模型、計測機器配置の概略図

キーワード：橋台、セメント改良土、補強土、振動台実験、地震時安定性

連絡先：東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所構造物技術研究部基礎・土構造 Tel.042-573-7261 Fax.042-573-7248

続いて LT3 でも地盤反力が減少し、つま先部(LT4)では逆に大きな応力集中が生じていることが分かる。

図 4 に地盤反力による抵抗モーメント(フーチングかかと周り)と回転角の関係を示す(実験値は加振前からの増分値)。この図より大フーチング橋台の方が抵抗モーメントの増分値が大きいが、小フーチング橋台の場合、得られる地盤反力が小さかったため、図 2 に示したように補強材を通じてより多く抵抗力がセメント改良体に分担された。このことは逆に、発揮される補強材張力が補強材の破断強度以下であれば、フーチングをスリム化できることを示している。

3.3 橋台の変形モードについて 両橋台ともに神戸波 1400gal で加振後も橋台の残留変位は小さかったため、引き続き 5Hz の正弦波加振実験(50 波、100gal づつ増加)を行った。大フーチング橋台では正弦波 300gal、小フーチング橋台では 900gal で残留変位が 10mm 程度になったので実験を終了した。実験終了後の観察によると、小フーチング橋台実験では、セメント改良体中腹付近に水平方向にクラックが観察された¹⁾が、大フーチング橋台では観察されなかった。正弦波加振実験は 10 秒間継続して加振を行なうため、現実の地震よりは相当厳しい条件での実験であるが、この実験結果からも小フーチング橋台の場合、より大きな抵抗力が補強材を通じてセメント改良体に分担されていることが分かる。

4.まとめ フーチングの大きさが異なるセメント改良補強土橋台の振動実験を行い、以下の結果が得られた。

- (1)フーチングが大きい場合、橋台の転倒に対する抵抗力は主にフーチングに作用する地盤反力で負担される。フーチングが小さい場合は、逆に地盤反力が小さいため、抵抗力は補強材を通じてセメント改良体に分担される。
- (2)この時に補強材に発揮される張力が破断強度以下であれば、橋台のフーチングをスリム化できる。

謝辞：本研究は運輸施設整備事業団基礎研究制度の助成により行った研究である。ここに記して深謝の意を表する。

参考文献：[1] 渡辺健治、館山勝、青木一二三、米澤豊司、古関潤一、龍岡文夫：セメント改良補強土橋台に関する模型振動実験、第36回地盤工学研究発表会,2001(投稿中)

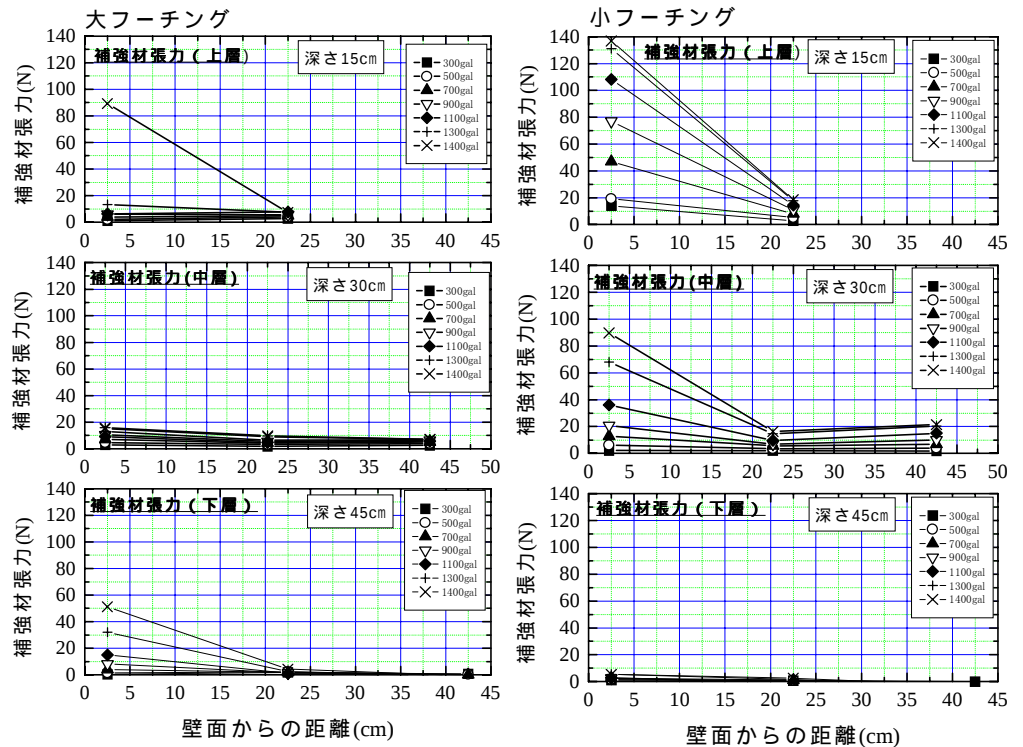


図 2 補強材張力の水平方向分布

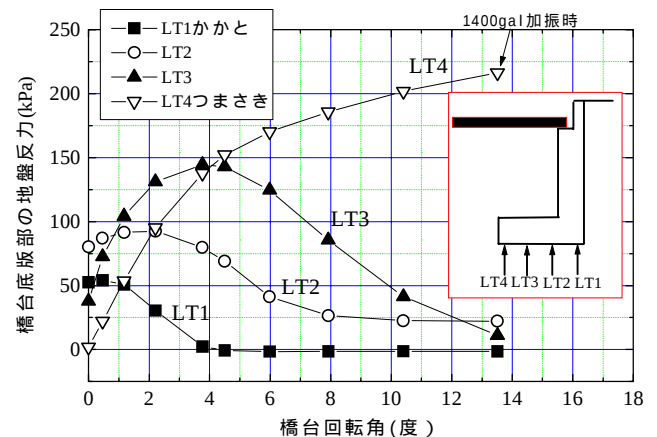


図 3 地盤反力と橋台回転角の関係(大フーチング)

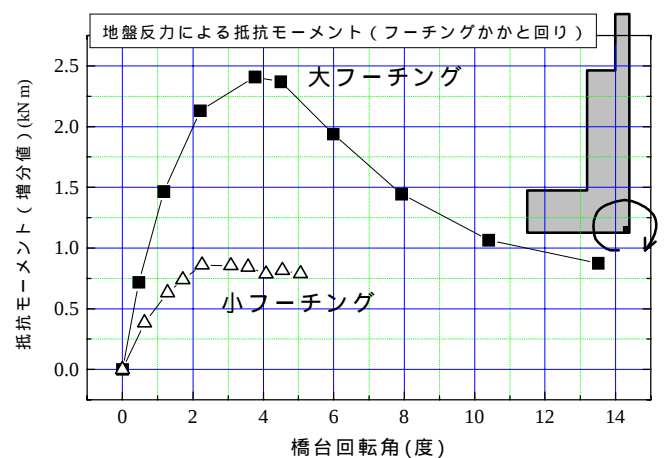


図 4 地盤反力による抵抗モーメントと橋台回転角の関係