入力加速度の大きさの違いが補強土工法を適用した橋台構造物の地震時挙動に及ぼす影響について

九州工業大学工学部　学生会員　○西本尚平　安冨懸一　副田尚輝　中村綾菜
九州工業大学工学部　　正会員　　廣岡明彦　永瀬英生

1.はじめに

現在、鋼製帯状引張材による補強土工法は国内で数多く用いられており、過去の大地震でも被害が生じたものは少なく、確かな実績を残している。しかし、橋台など剛な壁面の補強に応用する際の効果に関しては、不明な点が多くあり、これまでの研究で、橋台裏込めを鋼製帯状補強材で補強することによる補強効果は確認できているが、どの程度の補強効果が発揮されるかについてはいまだ明らかになっていない。本研究では、特に入力加速度の大きさの違いが鋼製帯状補強材で補強された逆T式橋台の地震時挙動に与える影響についての知見を得ることを目的とし、重力場振動台実験を行った。

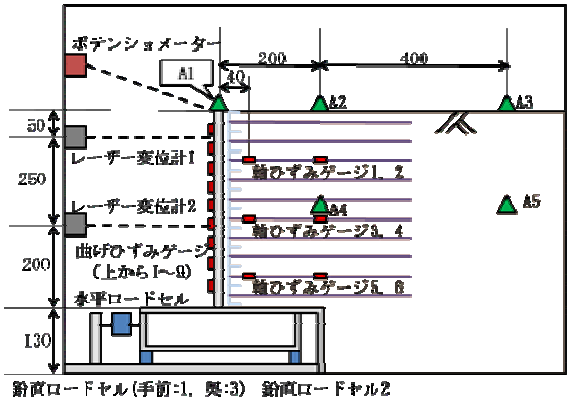

図-1　実験システム図

2.実験システム

図-1 に実験システムを示す。模型の縮尺は 1/30、作製には井合の相似則を適用した。また、ストリップは設計震度 0.3 で設計した。模型橋台の高さは 50cm、幅は 44cm である。システム内には橋台の変位を計測するレーザー変位計、ポテンショメーター、橋台に作用する水平、鉛直方向の力を計測するロードセル、また、加速度計 A1～A5 を図のように配置した。裏込め地盤は乾燥状態の豊浦硅砂を用いて、相対密度が約 70～80%になるように空中落下法により作製した。また、ストリップと橋台模型にひずみゲージを貼り付けることによりストリップにかかる応力および橋台模型の曲げひずみの計測を行った。実験は鋼製帯状補強材により補強した裏込め地盤を持つ橋台に対し、入力正弦波の加速度振幅を 5 パターンに変化させて与え、水平方向に振動させて行った。表-1 に実験条件の一覧を、図-2 に入力加速度波をそれぞれ示す。

表-1　実験条件一覧

実験コード	入力加速度	周波数	波数
A250S	257gal	12.8Hz	30波
A300S	276gal		
A350S	336gal		
A400S	351gal		
A450S	412gal		

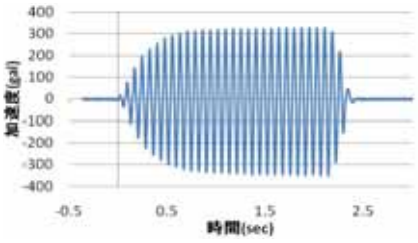

図-2　入力加速度波

3.実験結果及び考察

3.1 応答倍率

図-3 に 6 ケースの加振時間を 3 つの時間帯(0s～0.4s、0.9s～1.3s、1.8s～2.2s)に分け、それぞれにおける加振時振幅から得られた応答倍率の平均値の変化を示す。A1 における応答倍率は加振初期には顕著な違いは見られないものの、加振後期には入力加速度 350gal 以上のケースで加速度応答が大きくなっている。また、応答倍率全体について見てみると、入力加速度 300gal 以下のケースではすべての応答倍率が 1 近くに収まって

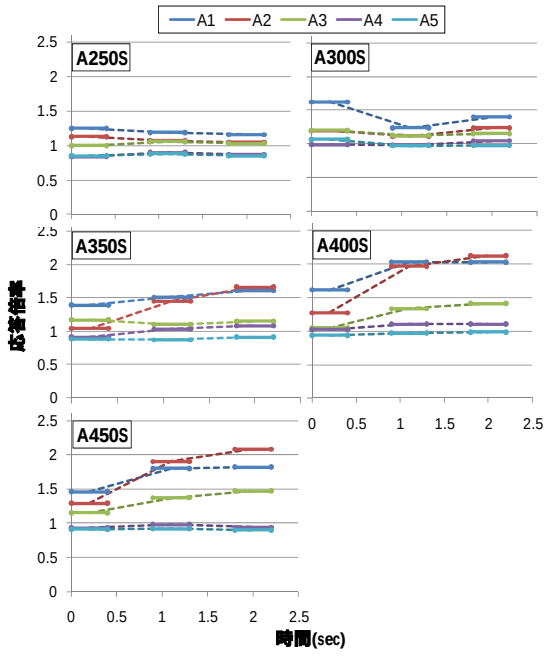

図-3　各ケースの 3 つの時間帯の応答倍率の比較

いるが、300gal 以上のケースでは橋台及び地盤表層の挙動が大きくなっていることが分かる。以上のことから、今回の実験地盤においては、入力加速度 350gal を境として地震時挙動に差が出るものと推察できる。今回の実験におけるストリップ長の設計は設計震度 0.3 で行ったため、補強効果に関して言えば、以上の結果は期待通りであったと言える。

3.2 竪壁変位

図-4 に加振前後の竪壁頂部の変位増分を示す。補強効果確認のため、補強無しの場合の結果も載せる。入力加速度が大きくなるに従い、変位の増加率は入力加速度 350gal 以上のケースで小さくなっていることが確認できる。このことから、変位の面からも入力加速度 350gal を基準として変位増分に違いが現れ、補強効果に差が出ることが分かる。この原因として、A250S では揺れが小さくストリップの摩擦力があまり発揮されず、300gal、350gal と揺れが大きくなるに従ってストリップの摩擦力が発揮され、竪壁の変位抑制効果に繋がることが挙げられる。

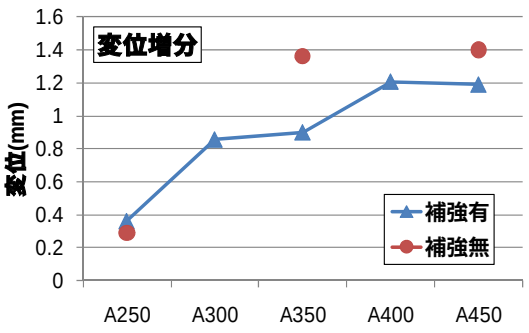

図-4 竪壁頂部の変位増分

3.3 水平荷重

図-5 に加振前後の水平荷重増分を、図-6 に加振中の水平荷重振幅を示す。3.2 と同様に補強効果確認のため、補強なしの場合の結果も載せる。入力加速度 250gal から 350gal の間では水平荷重増分は増加しているが 350gal 以上になると水平荷重増分は増加せず、ほぼ一定の値となっている。入力加速度 350gal 以上では補強の効果がより顕著であり、入力加速度が大きいケースでより大きな補強効果が発揮されるものと考えられる。図-6 より、入力加速度が大きくなるに従い荷重振幅も大きくなっており、補強効果は水平荷重振幅よりも水平荷重増分に対して顕著に現れるものと考えられる。

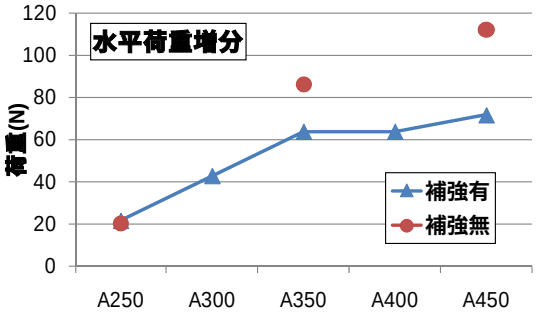

図-5 加振前後の水平荷重増分

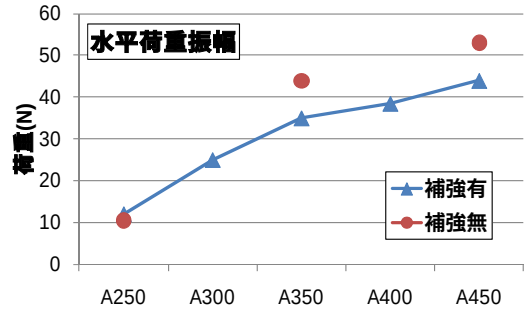

図-6 加振中の水平荷重振幅

3.4 鉛直荷重

図-7 に加振前後の荷重増分を、表-2 に各ケースの荷重増分比を示す。表-2 より、A250S から A350S までは前面荷重の割合は増加しているが、A400S と A450S では前面荷重割合は A350S のケースよりも減少している。A400S と A450S のケースでは入力地震動の大きさの割に前面荷重割合が増加しておらず、補強によって前面荷重割合が低減され、橋台の前面への倒れ込みを防ぐことができると考えられる。

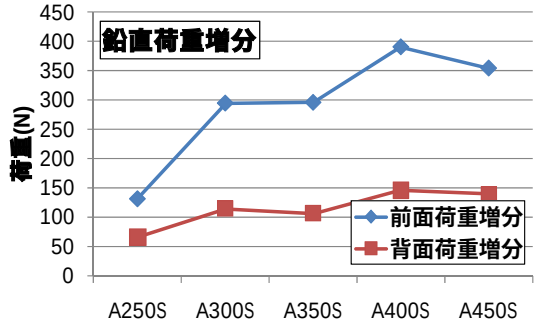

図-7 加振前後の荷重増分

表-2 荷重増分比

	前面荷重/背面荷重
A250S	2.00
A300S	2.57
A350S	2.77
A400S	2.67
A450S	2.54

4.まとめ

以上からストリップの補強効果は概ね入力加速度 350gal を境として異なった挙動を示すものと推測できる。350gal 以上の地震に対しては、竪壁の変位が大きく補強効果が顕著に見られるが、その分橋台の変形は大きくなる。350gal 以下の地震に対しては、竪壁の変位が小さく補強効果はあまり見られないが、橋台の被害は小さくなると考えられる。よって、橋台裏込めの鋼製帯状補強材による補強は有効であり、その効果は 350gal 以上の地震で顕著に現れると言える。