

橋台の動的特性の変化がリブ付きストリップによる耐震補強効果に及ぼす影響について

九州工業大学大学院
九州工業大学
ヒロセ株式会社
パシフィックコンサルタンツ株式会社

学生会員　○平嶺　和也
正会員　　廣岡　明彦　永瀬　英生
正会員　　佐原　邦朋
正会員　　濱本　朋久

1.はじめに

本研究室でこれまで実施した重力場振動台実験により、橋台背面にリブ付きストリップを取り付け裏込め内に埋設することにより、常時・地震時の橋台背面に裏込めから作用する土圧が軽減されることが確認された¹⁾。本研究では橋台頂部に桁荷重の1/2に相当する錘を取り付けて橋台の動的特性を変化させた場合、それがリブ付きストリップの補強効果に及ぼす影響について、振動台実験を実施・検討したものである。

2.実験システム

図1に実験システムの概要を示す。実物の橋台としては、高さ約15m、幅約12mを想定し、模型の縮尺は1/30、その作製にあたっては井合の相似則を適用した。システム内には、橋台背面土圧を計測する土圧計、橋台の変形を計測するレーザー変位計、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、加速度計を図のように配置した。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11層に分けて作製し、その際、橋台背面土圧を段階ごとに計測した。補強材の幅は、模型作成上の都合により実物の4本分を1本としてモデル化し、設置間隔を考慮することで実物との対応をつけた。設置間隔の最小値は5cm（実規模換算：1.5m）であり、模型橋台背面には最大9行8列の72本の補強材を取り付けられる。振動実験は、周波数12.8Hz（実規模換算1.0Hz）で水平方向に加速度振幅300galの正弦波を入力して実施した。尚、本研究では、補強する場合、橋台背面に72本のリブ付きストリップ（鋼製帯状補強材）を設置した。また、錘を取り付ける場合、橋台に上載荷重として約14.7N（実規模換算：約392kN）の錘を取り付けた。表.1に示すように実験コードについては、入力周波数12.8HzをAで、リブ付きストリップの有無をそれぞれS0、S72で、リブ径が1mmであることをF10で、錘を取り付けたことをTで示した。

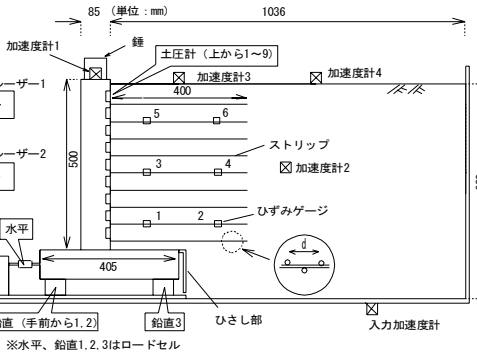


図1 実験システム

表1 実験コード

実験コード	補強材本数 (本)	リブ径 (mm)	上載荷重(N)
AS0	0		0
AS72F10	72	1.0	0
AS0T	0		14.7
AS72F10T	72	1.0	14.7

3.実験結果及び考察

図2に模型内の所定の位置に設置された各加速度計により測定された応答加速度振幅の平均値を示す。まず、橋台頂部での応答に着目すると、無補強の場合は錘を取り付けた方がその振幅は大きく、補強した場合には錘を取り付けた方が振幅は小さい。結果として、補強による振幅の減少は錘が取り付けられたケースにおいて顕著となった。これに対して、裏込め内部では橋台頂部の錘の有無にかかわらず、ほぼ同程度の補強による振幅の減少が観察された。一方、裏込め上部（地表面）の橋台近傍では振幅の差は、補強材の有無よりも、橋台頂部に取り付けられる錘の有無により生じていることが窺える。以上より、錘の有無、補強の有無が応答加速度振幅に影響を及ぼすことが分かったので、橋台堅壁部と裏込め土の相互作用について応答加速度挙動から考察する。図3

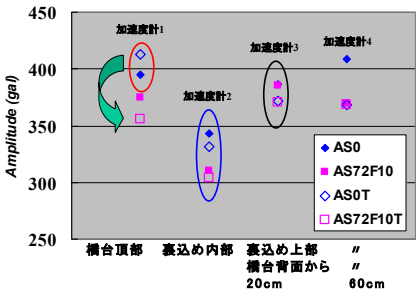


図2 各加速度計の応答加速度振幅

は橋台頂部（加速度計 1）と裏込め上部（加速度計 3）の関係を示したものである。両加速度が形成するリサージュ図は概ね右上がりであり、振動成分の主成分の位相はほぼ一致していることが指摘できる。が、加速度の向きが橋台頂部は海側、裏込め上部は山側となる、すなわち逆位相となるグラフの第 4 象限に注目すると、補強が有る場合より無い場合で、橋台頂部に錘が無い場合より有る場合で、この象限で軌跡が多く観察され、橋台と裏込めの運動がお互い干渉しあっていることが推測される。これが、錘が有る場合において加速度の応答振幅が若干小さくなった理由であろう。

図 4 に加振による水平土圧増分の深度方向分布を錘の有無別に示す。図中に赤線で囲った領域は、加振によってそこでのリブ付きストリップにより引っ張り力が導入されたことが確認できた箇所である。この箇所では補強の有る場合は無い場合に比べて明らかな土圧増分の抑制が観察される。その抑制による減少量は橋台頂部に錘が無い場合においては平均 30%、錘が有る場合平均 28%の減少となり、全体として橋台の動的特性の違いによる顕著な差は無いが、位相の違いによる干渉が生じていたと考えられる裏込め上層部では、橋台頂部に錘が無い場合で約 38%、錘が有る場合で約 20%となり、土圧増分の抑制に差が生じている。このことから、橋台堅壁部と裏込め土の運動学的相互作用も水平土圧抑制に少なからず影響を及ぼすものと推測される。図 5 に橋台底面反力の測定値より算出した橋台底面反力による B 点（図 1）周り回転モーメント振幅（平均値）を示す。橋台には、橋台に作用する慣性力によるモーメント（－）と橋台堅壁背後に作用する土圧によるモーメント（－）と補強が有る場合にはリブ付きストリップに作用する引っ張り力によるモーメント（＋）の和がこれと同時に作用し、釣り合っている。すなわち、橋台底面反力の回転モーメントが小さいものほど、橋台に作用する土圧合力が小さい、リブ付きストリップによる引っ張り力が大きい、あるいはその両方となり、リブ付きストリップによる補強効果を表している。これによると、橋台頂部に錘が無い場合約 55%、錘が有る場合は約 40%ほど回転モーメントが減少しており、両者とも十分な補強効果があることが確認でき、錘が有る場合すなわち、橋台の上部工の重量が大きいものほど補強効果が小さくなる傾向があるようである。

4.まとめ

錘の有無、補強の有無が応答加速度振幅に影響を及ぼす。位相の違いによる干渉が生じていたと考えられる裏込め上層部では、橋台堅壁部と裏込め土の運動学的相互作用が応答加速度抑制と水平土圧抑制に少なからず影響を及ぼす。錘の有無にかかわらず、補強によって橋台底面反力の回転モーメントは減少しており、橋台の上部工の重量が大きいものほど補強効果が小さくなる傾向がある。

<参考文献> 江藤ら：鋼製帯状補強材の配置と摩擦特性が裏込めを有する橋台の動的挙動に及ぼす影響について、土木学会第 58 回年次学術講演会, 2003

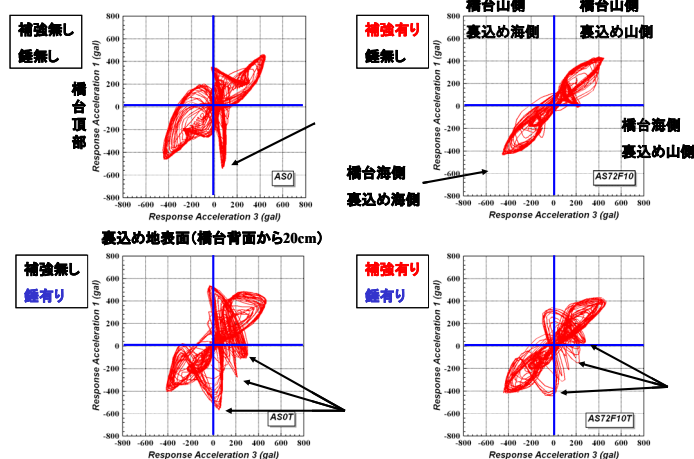


図 3 橋台頂部と裏込め上部の応答加速度の関係

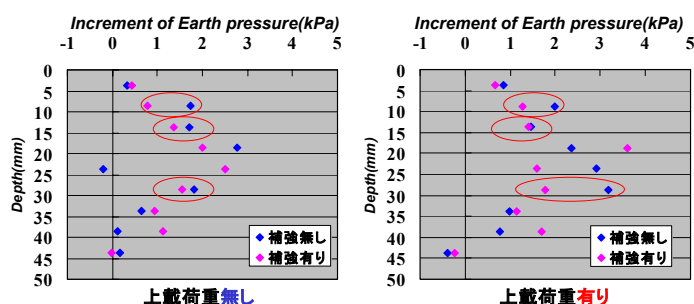


図 4 加振による土圧増分の深度方向分布

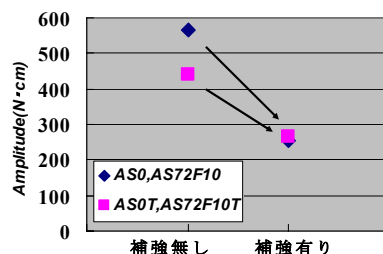


図 5 橋台底面反力による回転モーメント振幅