

鋼製帯状材で補強した橋台の地震時挙動と橋台剛性の補強効果への影響について

九州工業大学大学院 学生会員 ○竹下 英幸 金子 啓太
九州工業大学工学部 正会員 廣岡 明彦 永瀬 英生
ヒロセ株式会社 正会員 佐原 邦朋
パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 濱本 朋久

1. はじめに

橋台の耐震性能向上にあたっては、特に裏込めから作用する土圧に対する抵抗力を増大する必要があり、通常、橋台断面の巨大化・鉄筋量の増加が必須となる。しかし、実際に設計を行うと、建設にあたって経済性・施工性の点で問題があることが少なくない。そこで、テールアルメ工法アイデアを援用し、鋼製帯状補強材を橋台に取り付け、これを裏込め内に敷設する。この補強効果により、橋台の設計断面・鉄筋量の減少を期待し得るが、定量的な効果については明らかでない。本研究では重力場で振動台を用いて小型模型振動実験を実施し、補強材による補強の有無・橋台の剛性の違いが橋台の動的挙動に及ぼす影響について検討したので、ここに報告する。

2. 実験システム

図1に実験システム図を示す。模型の縮尺は1/30、作製には井合の相似則を適用した。模型橋台堅壁の高さは50cm、幅は44cmである。システム内には、入力波を初めとする各地点での加速度を計測するための加速度計、橋台の変形を計測するレーザー変位計及びポテンシオメーター、橋台に作用する水平・鉛直方向の荷重を計測するロードセルを図のように配置した。また、鋼製帯状補強材はポリネットロールで、橋台本体壁は鉄板にてモデル化し、それぞれにひずみゲージを取り付けて、壁の曲げひずみ、補強材のひずみを計測することを試みた。模型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12層に分けて作製した。橋台堅壁は、本体壁とその背後の10段の分割壁で構成される。補強の場合は、補強材一段（奥行き方向：8本）を予め結合した分割壁を積み重ねて設置し、補強材を敷き込みながら裏込めを行い、この作業を鉛直上方に10段繰り返して補強土壁を作製した後に、想定した橋台剛性を有する本体壁を連結し、完成とした。一方、無補強の場合、分割壁が補強材なしでは自立しないため、本体壁に連結した後に裏込めを行う。本体壁には剛性の異なる2種類の壁を用い、実験コード（表1）に、本体壁の厚さが15mm、9mmの壁をT15、T9とし、補強をS、無補強をNで表す。さらにT15SとT9Sを比較検討するにあたって、本体壁なしの補強土壁のみによる実験T0Sも行った。振動実験は、入力加速度振幅を300galに設定した正弦波を、周波数12.8Hz、加振時間2.34秒（実規模に換算すると1Hz、約30秒）、波数にして30波与え、水平方向に振動させて実施した。

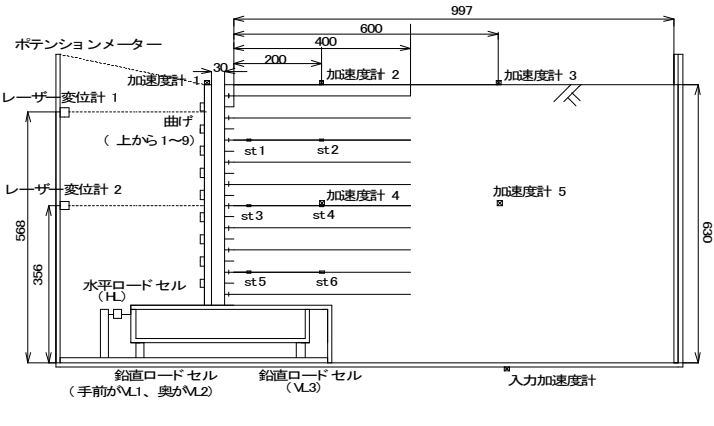


図1 実験システム

表1 実験コード

実験コード	本体壁厚 (mm)
T15S	15
T9S	9
T15N	15
T9N	9
T0S	0 (本体壁なし)

3. 実験結果及び考察

図2に加振前後での補強材のひずみの変化量（引張りが正）を示す。加振時には補強材周辺の裏込め地盤も相対的に堅壁側に変位する傾向にあるため、振動前に作用していた引張りひずみが減少するものも少なくないが、ひずみの増分では総じてT0S>T9S>T15Sとなった。また、加振後の堅壁水平変位（図3）を比較すると、T0SとT9SはT15Sに比べ、変位量が多い。ここで、T0Sは本体壁がないため補強材付き分割壁だけで裏込め地盤を支えてお

キーワード 橋台，耐震，振動台実験，土圧，補強土

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL093-884-3113

り、本体壁による水平変位の抑制がないかわりに、補強材自体の引張り力が増大しやすいと考えられる。同様に、T9S は堅壁変位量が出た分、補強材内部の引張り力が増大する傾向にあり、T15S は橋台堅壁の剛性により堅壁水平変位が抑制され、補強材の引張り力が増大しにくかったものと推測される。また、図3よりT9SとT9Nの堅壁変位を比較すると、補強による2～3割程度の変位抑制効果が確認できた。

図4に加振時の入力加速度に対する橋台頂部における相対加速度を示す。T15、T9について、いずれも加振初期に補強の有無で大きな差がみられた。この補強による相対加速度の減少は、T9においてT15に比べ大きく、T15は加振開始から0.3秒ほどで無補強との差がほとんどなくなったのに対し、T9は0.7秒ほどまで無補強との差がみられた。これより、橋台の応答加速度は補強により抑制され、また抑制効果については堅壁剛性の影響を大きく受けるものと考えられる。

加振前の橋台底面に作用する鉛直荷重を図5に示す。橋台は図1に示すように、VL1, 2, 3の3つのロードセルで支持されており、図5では3つの合計を全荷重とし、VL1, 2の合計の全荷重に対する割合を前面荷重割合と定義した。T15SとT15N、T9SとT9Nをそれぞれ比較すると、補強を施すことにより前面荷重割合がいずれも10%程度減少しており、全体荷重も僅かに減少した。橋台堅壁に作用していた水平力が補強により軽減されることで、前面側に倒れようとするモーメントが減少し、それにより前面荷重割合が減少すると考えられる。さらにT0Sについては、前面荷重割合が他に比べ極端に小さいことから、水平土圧が補強材の摩擦力により、ほぼ相殺されたものと考えられる。

図6に橋台に作用する水平荷重の加振前後の増分を示す。本体壁を有する場合はどのケースにおいても裏込めから橋台に作用する水平荷重は増加しており、一方、補強の有無で水平荷重の加振前後の増分を比較すると、T15SはT15Nに比べ水平荷重が約32%減少しているのに対し、T9SはT9Nに比べ水平荷重が約70%減少している。両ケースとも補強効果がみられることは同様であるが、T15Sに比べると、T9Sで補強効果は顕著であった。T0Sでは、加振による水平荷重増分がほとんど測定されないことを併せて考えると、補強材が補強効果を十分発揮するという意味では堅壁剛性は可能な限り小さい方が有利であると考えられる。

4. まとめ

補強材の引張り効果により、加振時の橋台頂部における応答加速度、堅壁の水平変位、橋台に作用する水平荷重は抑制された。が、橋台堅壁の剛性が小さいものほど、壁面変位は大きくなるものの、補強による抑制効果は顕著であった。

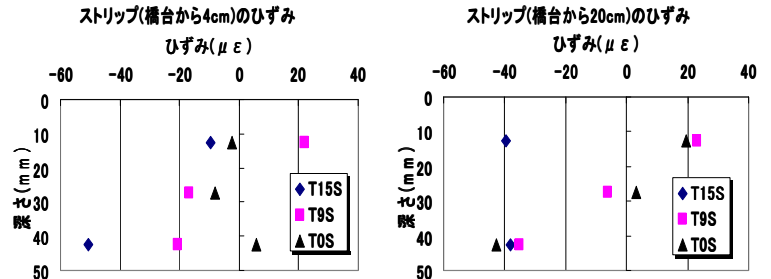


図2 加振前後の補強材のひずみ増分

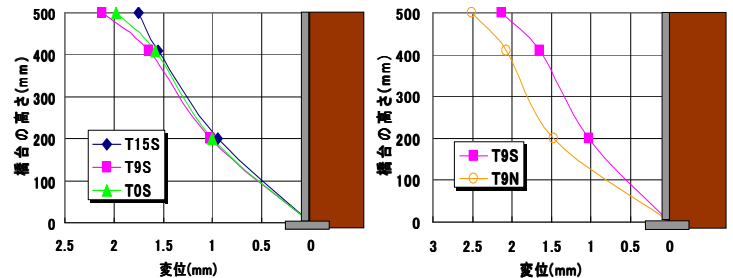


図3 加振後の壁面変位

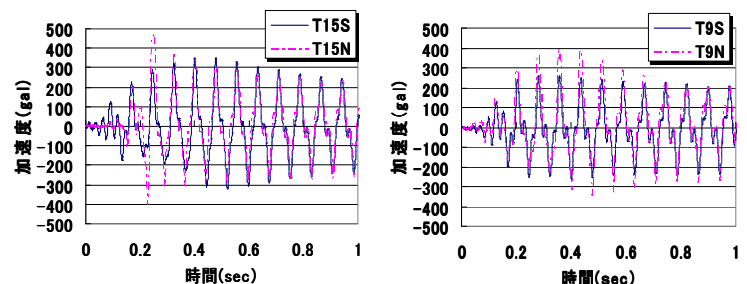


図4 入力加速度に対する橋台堅壁の相対加速度

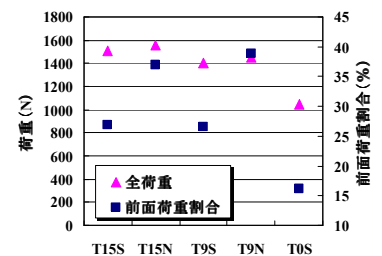


図5 加振前の鉛直加重

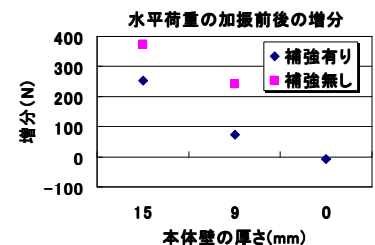


図6 水平荷重の加振前後の増分