

背面土を考慮した橋台供試体の静的水平載荷実験とシミュレーション解析

九州大学大学院 ○学生会員 藤吉祐樹

九州大学大学院 正会員 梶田幸秀

九州大学大学院 フェロー 大塚久哲

1. 序論

橋台による上部構造の変位拘束を考慮する場合、橋台の水平抵抗特性を把握することが重要である。そこで、著者らは過去に 1/6 スケールの橋台模型の載荷実験を行い、橋台におけるウイング部の役割について考察を行っている¹⁾。昨年度は、橋台背面土が橋台の水平抵抗特性に与える影響を把握するため、橋台背面土を含めた実験とそのシミュレーション解析を実施した。

2. 橋台の静的水平載荷実験

(1) 背面土を考慮した実験供試体概要

実験は、実橋梁の 1/6 寸法橋台供試体を使用して実施した。参考にした実橋梁、橋台供試体寸法、載荷の方法などの情報は文献 1)を参考にして頂きたい。図-1に背面土を考慮した実験供試体概要図を示す。背面土を考慮するにあたり、背面土を留めるための壁（以下、土留め壁と記す）を橋台供試体背後に設置する必要があるが、土留め壁と橋台供試体ウイング部を接合すると土留め壁の影響により橋台供試体の耐力が向上する恐れがあるため、橋台供試体と土留め壁は結合せずに、土留め壁の両端（横側）にアクリル板を設置し、土留め壁とアクリル板で橋台供試体を覆うように設置した。

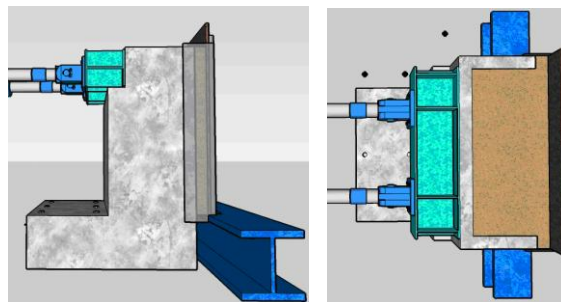


図-1 実験供試体概要図

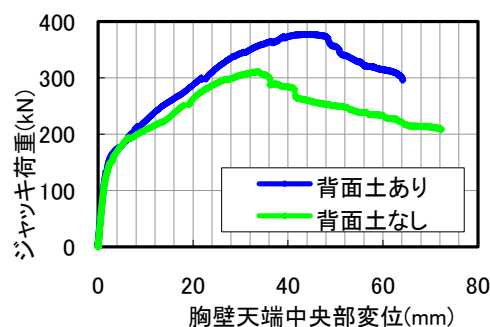


図-2 荷重-変位関係

(2) 実験結果と考察

図-2に載荷荷重とパラペット天端中央部変位の関係を示す。図-2には、昨年度実施した背面土が無いケースの結果もあわせて示している。初期剛性や 200kN 付近における縦壁基部の主鉄筋の降伏が原因と考えられる剛性の変化点はほぼ一致しているが、背面土無しのケースでは最大荷重は 310kN、その時点の変位は 33.5mm であったのに対し、背面土有りのケースでは最大荷重は 377kN、変位は 43.3mm となり、背面土が有ることによって最大耐力が向上することが確認できた。

コンクリートの損傷状況について、背面土無しのケースにおいては、縦壁基部主鉄筋の降伏が生じた後、縦壁基部が塑性ヒンジのような役割を果た

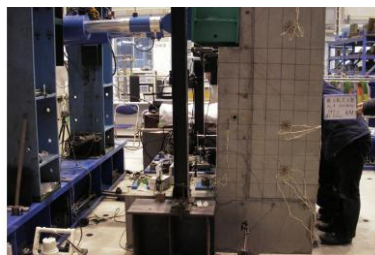
写真-1 背面土無しのケース(左：最大荷重時、右：載荷終了後のパラペット部)¹⁾

写真-2 背面土有りのケース(左：最大荷重時、右：載荷終了後のパラペット部)

キーワード：橋台、静的載荷、背面土

連絡先：〒819-0395 福岡市西区元岡 744 電話&FAX：092-802-3374

して破壊が起こり、パラペット部へのひび割れがあまり見られなかった(写真-1 右). 一方、背面土有りのケースにおいては堅壁基部主鉄筋の降伏後、載荷板から見て左部のパラペット部とウイング部の間で押し抜きせん断ひびわれが生じ(写真-2 右), 背面土があることで堅壁基部が損傷しても背面土によって堅壁を支えることにより、パラペットに作用する荷重が大きくなったものと思われる.

3. シミュレーション解析

(1) 解析モデル

汎用動的有限要素法プログラム LS-DYNA を用いて変位制御による解析を実施した. 図-3 に橋台供試体の解析モデルとその寸法を示す. 本研究では, 供試体構造や載荷条件が橋軸方向に対して対称のため, 1/2 対称モデルとして解析モデルを作成した. 載荷板は $670 \times 320 \times 350 \text{ mm}$ のリブ付き H 鋼でモデル化, ジャッキ部は $280 \times 280 \times 30 \text{ mm}$ でモデル化し, 強制変位を 3 mm/sec の速さで与えた. 背面土のモデル化について, 実験における背面土の N 値が 15 程度であったため $N=15$ の砂質土とし, ヤング率は道示 IV²⁾ より, 圧縮強度は Terzaghi-Peck の式より設定した(表-1). 構成則はコンクリートについて, 圧縮側は最大値に達した後一定値, 引張側は最大圧縮応力の $1/10$ に達した後線形的に応力が低下する(図-4). 鉄筋と載荷板, 鋼板について, 降伏後の剛性が初期剛性の $1/100$ となるバイリニア型モデル. 背面土について, 圧縮側は最大圧縮応力に達した後は一定値, 引張側は全く抵抗しないと仮定した(図-5).

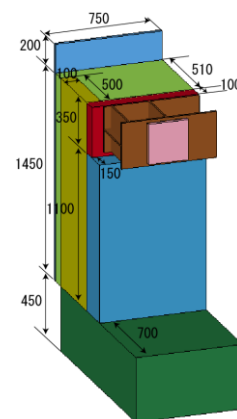


図-3 解析モデル

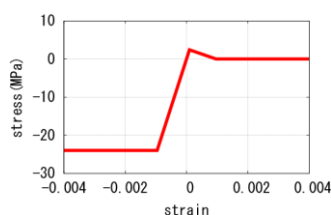


図-4 コンクリートの構成則

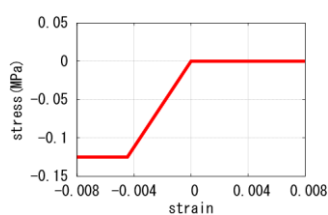


図-5 背面土の構成則

表-1 材料物性値

	質量密度 ton/mm ³	ヤング率 MPa	ポアソン比	圧縮強度 MPa	引張強度 MPa
コンクリート	2.35×10^{-9}	2.50×10^4	0.2	24	2.4
鉄筋(SD295)	7.85×10^{-9}	2.00×10^5	0.3	295(降伏応力)	
鉄筋(SD345)	7.85×10^{-9}	2.00×10^5	0.3	345(降伏応力)	
鋼	7.85×10^{-9}	2.10×10^5	0.3	235	
背面土	1.80×10^{-9}	$2.8 \times N$	0.45	$N/80$	0

(2) 実験結果と解析結果の比較

図-6 に実験結果と解析結果との比較を示す. 解析結果については堅壁基部主鉄筋が降伏した地点で解析終了としている. 実験結果の堅壁基部主鉄筋の降伏時の変位は 6.77 mm , 荷重は 198 kN で, 堅壁基部主鉄筋の降伏時の荷重については推定できているが, 実験結果の初期剛性に比べ, 解析結果の初期剛性の方が大きい結果となった.

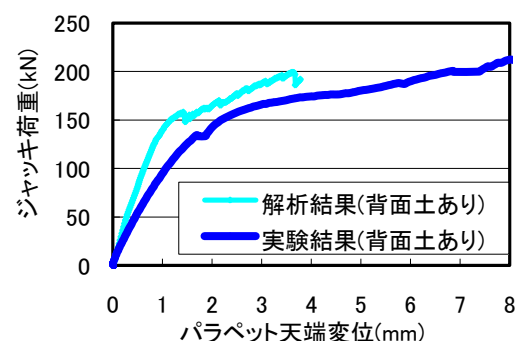


図-6 荷重-変位関係の比較

4. まとめ

実験結果より, 背面土によって橋台の耐力向上が見られることがわかった. また, 背面土の有無により破壊形態が変わり, 背面土有りのケースにおいてパラペット部の押し抜きせん断破壊形態が見られた. 変位制御による解析の結果, 剛性低下や堅壁基部主鉄筋の降伏の実現象は表すことができたが, 実験結果より剛性が大きくなってしまっており, 砂質土の適切なモデル化や, コンクリートと鉄筋の接触定義の見直しが必要であると考えられる.

謝辞

本研究において, (株)大林組の内海寿紀氏(当時:九州大学大学院学生)の多大なるご協力を得たことをここに記し, 謝意を表す. また本研究は科学研究費(課題番号:21686041)の助成を受けたものである.

参考文献

- 1) 梶田幸秀, 内海寿紀, 大塚久哲, 田崎賢治, 曳野誠也: 1/6 スケール橋台供試体の静的載荷実験とシミュレーション解析, 第 13 回日本地震工学シンポジウム論文集, 2010.11
- 2) (社)日本道路協会, 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 2002.