

橋台と背面土との境界部のモデル化が橋台の水平抵抗特性に与える影響に関する検討

九州大学 学生会員 ○朝廣 祐介 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀

1. はじめに

著者らは、背面土を有する橋台の水平抵抗特性に関する実験を行い、そのシミュレーション解析を行ってきた¹⁾。本論文では、橋台と背面土との境界部のモデル化が橋台の水平抵抗特性及びその損傷形態に与える影響を把握することを目的に数値解析を実施した。

2. 解析概要

解析対象の橋台供試体を図-1に、解析モデルと鉄筋の配筋状況について図-2に示す。実際に载荷を行った供試体の作成図面、配筋図をもとに、解析モデルを作成した。対象供試体は、供試体構造や荷重条件が橋軸方向に対して対称であるため、解析モデルは1/2対称モデルとし、横幅750mm、奥行き1450mm、高さ1900mmで橋台躯体、ウイング、内部鉄筋、背面土によって構成されている。また、実験の際、土留めのために設けたアクリル板（側面方向）や背面鋼板についてはモデル化せず、アクリル板、背面鋼板に接触する土はその方向の自由度を拘束することで解析を実施している。表-1に今回解析モデルに用いたコンクリート、鉄筋の

材料物性値を示す。背面土については砂質土で粘着力0kN、N値は5と仮定している。橋台のコンクリートおよび鉄筋、背面土の応力とひずみの関係は、文献1)に記載の通りである。橋台と背面土が接触する部分については、3種類のモデル化を行った。Case1は、コンクリートと背面土の境界部を同一節点で固定とし、境界部でコンクリートと背面土を剛結したモデルである。Case2およびCase3では、境界部にコンクリート用の節点と背面土用の節点を別々に設け、接合材料を介してコンクリートと背面土を結んでいる。Case2では、コンクリートと背面土との接触面に対して法線方向（すなわち圧縮引張）に対しては剛結であり、接触面と平行方向（すなわちせん断）に対しては剛性を与えず、摩擦力を無視し、完全すべりとした。Case3では、コンクリートと土の摩擦を考慮し、摩擦係数は0.01と仮定した。法線方向の剛性は（ヤング率）は、112.3MPa、接触面と平行方向のせん断剛性は42.2MPaとした。この値は、背面土のN値を元に決定している。

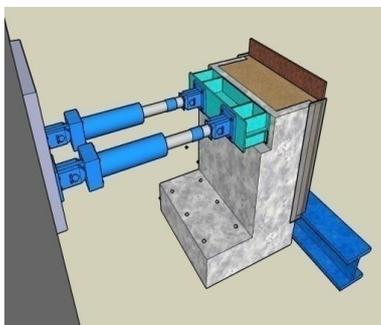


図-1 橋台供試体概要図

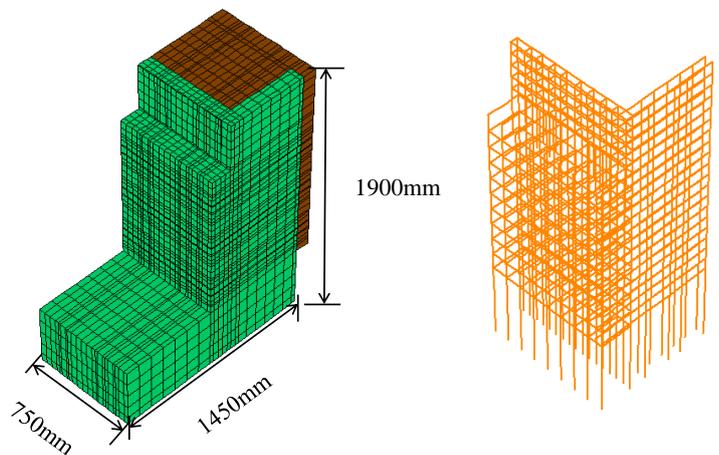


図-2 解析モデルと配筋状況

表-1 材料物性値

	質量密度	ヤング率	圧縮強度	引張強度
単位	g/cm ³	MPa	MPa	MPa
コンクリート	2.27	2.31 × 10 ⁴	21.5	2.1
鉄筋(D6)	7.85	2.05 × 10 ⁵	478(降伏強度)	
鉄筋(D10)	7.85	1.94 × 10 ⁵	345(降伏強度)	
鉄筋(D13)	7.85	1.85 × 10 ⁵	361(降伏強度)	

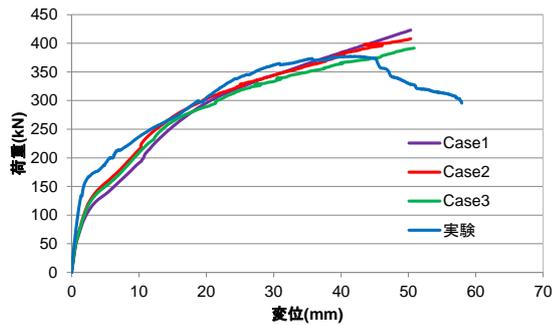


図-3 パラペット部天端における荷重-変位関係

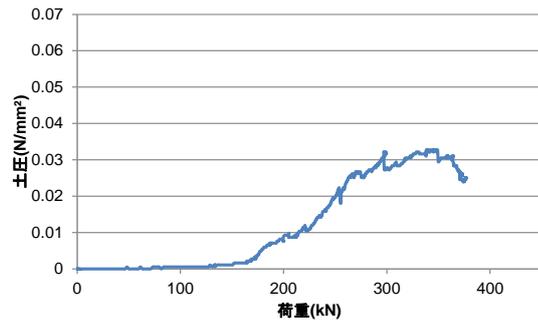


図-4 パラペット部右端における土圧(実験)

3. 解析結果

(1) 荷重と変位の関係及び損傷状況

荷重とパラペット部天端における変位の関係を実験結果と解析結果で比較したものを図-3に示す。また、コンクリートひび割れ時の荷重と鉄筋降伏時の荷重を表-2、表-3にそれぞれ示す。実験結果と解析結果の荷重-変位関係を比較すると、解析の初期剛性が実験値に比べて、約28%小さく、また表-3に示したとおり、堅壁基部主鉄筋の降伏が実験に比べて解析では40kN程度小さい、解析結果だけで比較すると、堅壁基部主鉄筋降伏までは、橋台と背面土との境界部のモデル化の違いの影響は見られず、堅壁基部の主鉄筋が降伏し、堅壁が倒れ込むようになり、橋台の倒れ込みにより、背面土に水平力が伝わるようになってから差が見られたが、実験の最大荷重までにおいて、最大の変位量の差は10%程度(荷重349.5kN時:Case1で31.4mm, Case3で35.0mm)であり、橋台の水平抵抗特性だけを見れば、今回のモデル化では、モデル化の違いの影響はほとんど無いといえる。

(2) 荷重と土圧の関係

図-4および図-5に実験時および解析時におけるパラペット部右端での橋軸方向の土圧を示す。これにより、モデル化の違いによる差異が現れていることがわかる。解析結果を見ると、コンクリートと背面土との接触面

表-2 コンクリートひび割れ時の荷重

	実験	Case1	Case2	Case3
堅壁基部ひび割れ	133	90	95	100
パラペット基部ひび割れ	200	170	180	180
ウイング部のひび割れ	240	110	125	130

単位:kN

表-3 鉄筋降伏時の荷重

	実験	Case1	Case2	Case3
堅壁基部前面主鉄筋降伏	177	124	130	130
堅壁基部背面主鉄筋降伏	345	255	260	260
パラペット基部主鉄筋降伏	360	310	310	315

単位:kN

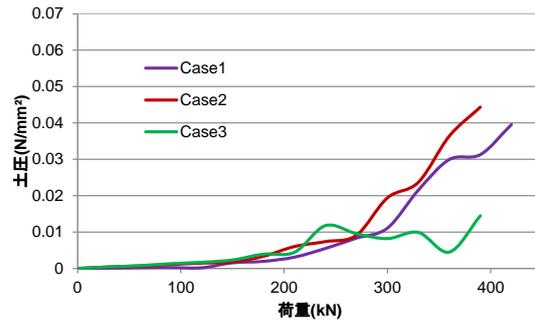


図-5 パラペット部右端における土圧(解析)

の法線方向の剛性を剛としたCase1およびCase2では、Case3に比べて、荷重が約270kN以降の値が大きくなっており、コンクリートと背面土との接触面の法線方向の剛性を剛としたモデル化の違いによる土圧の影響が見られた。また、実験結果と解析結果とを比較すると、Case2が比較的再現性が良いと思われるが、ほかの土圧計測点での傾向などの調査が残っており、橋台と背面土との境界部のモデル化の検討についてはまだ検討の余地が残されている。

4. まとめ

本研究では、橋台と背面土との境界部のモデル化の違いによる橋台の水平抵抗特性や損傷形態への影響の検討を行った。その結果、橋台の水平抵抗特性については、モデル化の影響はほとんど無く、実験の最大荷重までにおいて、最大の変位量誤差は10%程度であった。しかし、背面土の土圧分布は、モデル化の違いにより異なり、法線方向の剛性の決定方法に改善の余地が残されていると考えられる。

参考文献

- 1) 梶田 幸秀：背面土を考慮した橋台供試体を用いた水平載荷実験及び解析，第14回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.3389-3398, 2014.12