

京都大学大学院 学生会員 ○光吉 泰生
 京都大学大学院 正会員 澤村 康生
 京都大学大学院 正会員 木村 亮

北海道大学大学院 正会員 磯部 公一
 阪神高速道路(株) 正会員 杉山 裕樹

1. はじめに

鋼管集成橋脚とは、既製鋼管 4 本を、履歴型ダンパー機能を有するせん断パネルにより結合した新しい形式の橋脚であり、既に実用化されている¹⁾。本橋脚には損傷制御設計が適用されており、鉛直荷重を主部材である鋼管が、水平荷重を二次部材であるせん断パネルが受け持つことで、地震時の損傷をせん断パネルのみに集約し、地震後に早期の復旧が可能となっている。

上記の鋼管集成橋脚に対し、フーチングを省略した杭基礎一体型鋼管集成橋脚が提案されており²⁾、本研究では従来のフーチングを有する杭基礎と地震時挙動を比較するために、1/20 サイズの上部構造-橋脚-基礎系の模型に対して大型振動台実験を実施した。

2. 実験橋脚模型

本実験では、フーチングを有する杭基礎 (D-F) と杭基礎一体型 (D-S) の、異なる基礎を有する 2 種類の鋼管集成橋脚を対象とした。実験で用いた橋脚模型を図 1 に示す。模型サイズは、実際に使用される橋脚の 1/20 程度とした。フーチングを有する杭基礎では、フーチングの下に 8 本の群杭を設けており、杭基礎一体型では、柱と杭を直接接続し、橋脚基部で 4 本の柱を地中梁によりそれぞれ連結している。

3. 実験条件

長さ 4.0 m、幅 1.0 m、深さ 2.0 m の剛土槽に橋脚模型を設置し、その後、東北珪砂 6 号を用いて相対密度 80% の均質な乾燥砂地盤を作製した。杭基礎一体型模型を用いた場合の実験概略図を図 2 に示す。本実験では剛土槽を用いて実験を行ったため、地盤のせん断変形を促すために土槽壁面に厚さ 40 mm のラバーシートを設置した。また、橋脚模型の天端に、上部構造を想定した重量 50 kN の錘を設置し、錘の寸法は、長さ 1585 mm、幅 155 mm、高さ 265 mm とした。入力波は周波数 2 Hz の正弦波 20 波とし、最大加速度が 0.5 m/sec² ずつ

大きくなるように、計 8 回加振した。

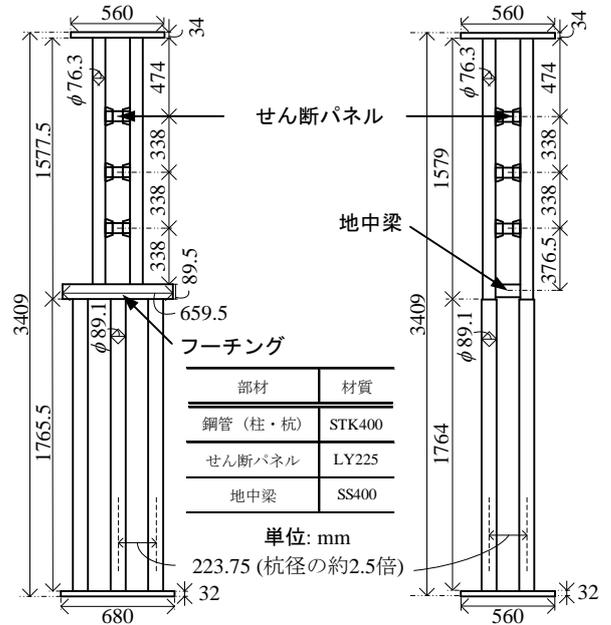


図 1 橋脚模型の寸法 (左:D-F, 右:D-S)

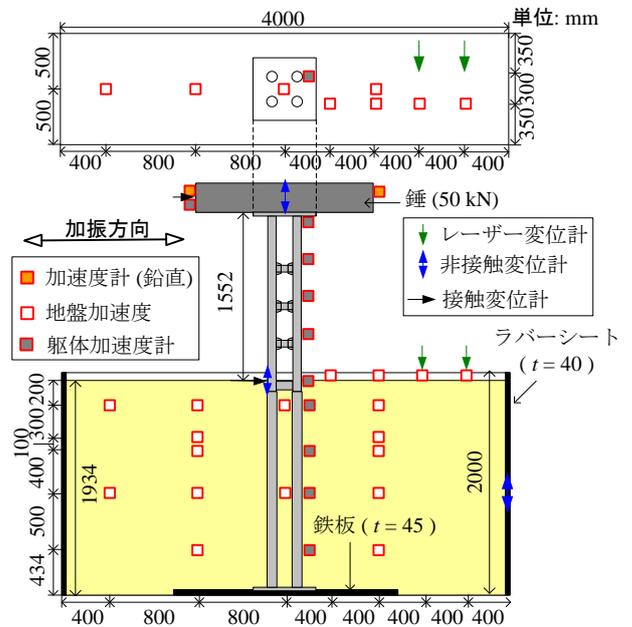


図 2 実験概略図 (杭基礎一体型)

表 1 各加振における部材の損傷過程

加振No. (最大入力加速度)	フーチングを有する杭基礎 (D-F)					杭基礎一体型 (D-S)							
	せん断パネル			鋼管		せん断パネル			地中梁	鋼管			
	上段	中段	下段	柱	杭	上段	中段	下段		柱	杭		
第1加振 (0.5 m/sec ²)													
第2加振 (1.0 m/sec ²)													
第3加振 (1.5 m/sec ²)													
第4加振 (2.0 m/sec ²)	せん断パネル □ 弾性 ■ 塑性 ▨ 面外変形					鋼管(柱・杭) □ 弾性 ■ 塑性 ▨ 塑性の可能性あり							
第5加振 (2.5 m/sec ²)													
第6加振 (3.0 m/sec ²)													
第7加振 (3.5 m/sec ²)													
第8加振 (5.0 m/sec ²)													

4. 実験結果

表 1 に各加振における部材の損傷過程、図 3 に損傷前と損傷後のせん断パネルの写真をそれぞれ示す。せん断パネルと地中梁の降伏せん断ひずみは、材料試験の結果よりそれぞれ 1770 μ, 2590 μとしている。また、せん断パネルの面外変形については、目視確認とせん断ひずみの値が急激に変化することで評価している。一方、鋼管の降伏ひずみはおよそ 2000 μである。杭基礎一体型の第 7, 8 加振における杭基礎の評価については、加振中にひずみゲージが外れたため、その他の箇所におけるひずみ分布から総合的に判断した。D-F については、第 3 加振により鋼管の一部が塑性化したため、安全性を考えて実験を終了した。

表 1 より、どちらの構造においても、せん断パネル(二次部材)、鋼管(主部材)の順で損傷が進行しており、せん断パネルでエネルギーを吸収し鋼管の損傷を防ぐという、鋼管集成橋脚における損傷制御機能を確認した。図 4 には第 3 加振において橋脚天端の水平変位が最大となった時刻の鋼管ひずみ分布を示す。フーチングを有する杭基礎では、鋼管とフーチングの剛性差が大きいため、橋脚基部でひずみが集中する傾向がみられた。一方、杭基礎一体型では杭体のひずみが大きいものの、鋼管全体にひずみが分散する傾向が見られ、局所的な損傷を受けにくい構造であることを確認した。

5. まとめと今後の課題

大型振動台実験により、杭基礎一体型は、基礎構造からフーチングを取り除くことで橋脚基部における部材間の剛性差を解消できるため、接合部でのひずみの集中が緩和されることを確認した。その結果、杭基礎一体型は、フーチングを有する杭基礎よりも、せん断パネル降伏後も鋼管が降伏しにくく、優れた耐震性能を

発揮することを確認した。本実験では、入力地震動の周期特性や上部構造の重量の影響などを十分に検討できていないため、本実験の再現解析を行い、上記の課題に対する検討を進める予定である。



図 3 D-F の中段せん断パネルの損傷状況 (左: 第 1 加振前, 右: 第 3 加振後)

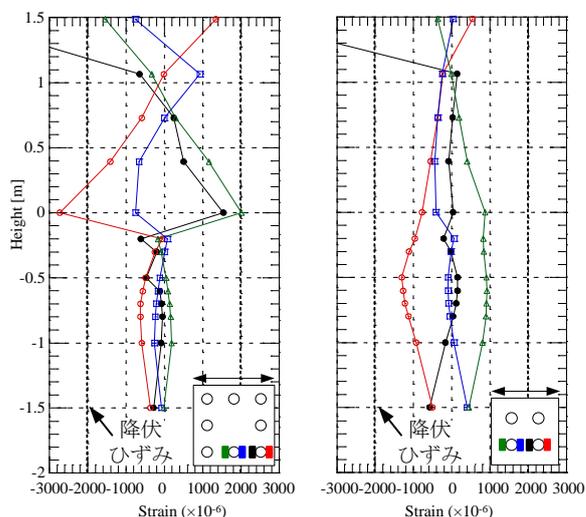


図 4 第 3 加振において橋脚天端の水平変位が最大となる時の鋼管ひずみ分布 (左:D-F, 右:D-S)

＜参考文献＞

- 1) 篠原聖二, 金治英貞, 小坂崇, 杉山裕樹, 津丸徳宏, 鳥越卓志: 鋼管集成橋脚の技術コンセプトと構造設計, 橋梁と基礎, vol.48, pp.31-36, 2014.
- 2) 篠原聖二, 金治英貞, 鬼木浩二, 木村亮: 杭基礎一体型鋼管集成橋脚の構造提案と地震時応答解析, 土木学会論文集, vol.69, No.3, pp.312-325, 2013.