

鋼管矢板基礎増設工法に関する動的遠心模型実験 ―剛性比の影響について―

京都大学大学院 学生会員 ○段野孝一郎 磯部公一
京都大学大学院 正会員 木村 亮
鋼管杭協会 正会員 桑嶋 健 槇野 健

1. はじめに 渡河橋梁ケーソン基礎を対象とした鋼管矢板基礎増設工法（図 1 参照）の合理的な設計法の開発に向けて，静的遠心模型実験¹⁾や数値解析手法²⁾を用いて，鋼管矢板基礎増設による補強効果・メカニズムを解明してきた．しかし，本工法のように既設基礎に新たな構造部材を設ける場合，破壊へと至る動的特性が変化する危険性があり，動的挙動の検証が必須である．そこで本研究では，補強効果・メカニズムに影響を与える要因として，①鋼管矢板基礎とケーソン基礎の剛性比(鋼管矢板基礎の剛性/ケーソン基礎の剛性)，②頂版の結合状態を挙げ，動的遠心模型実験により検証を行った．本稿では，①の剛性比が補強効果・メカニズムに与える影響を報告する．

2. 動的遠心模型実験の概要 実験装置の概略を図 2 に示す．実験土槽は縦幅 15 cm，横幅 45 cm，深さ 30 cm のアルミニウム製箱型土槽であり，せん断土槽でないことに注意されたい．模型ケーソンは外径 50 mm，高さ 210 mm で真鍮製の無垢正方形断面とした．さらに多数回の試行にて比較条件を同一にするために，底面を土槽下部にボルトで剛結した．また，模型鋼管矢板基礎は外径 92 mm，肉厚 1 mm，高さ 150 mm の正方形井筒としてモデル化し，鋼管矢板基礎特有の継手部のせん断ずれは考慮していない．

上部構造では，実験装置の制約から橋脚模型は設けず，上部工死荷重としてプロトタイプ換算で 6.5 MN の錘を基礎天端に固定した．模型地盤は豊浦珪砂を気中落下させ，相対密度 43.2 %にて作製した．また基礎の根入れ深さはケーソン基礎が 170 mm，鋼管矢板基礎が 150 mm とし，基礎の回転時に鋼管矢板基礎が底板に接触しないように根入れを設定している．

実験は表 1 に示すように，未補強ケーソン基礎 1 ケースと補強基礎 6 ケースを対象に行った．表中で，Type-A は真鍮製の頂版をボルト締めすることにより補強基礎上部を剛結したタイプであり，鋼管矢板基礎に水平力及び鉛直力が伝達する．Type-B は頂版材質に石膏を用いて間詰めコンクリートを模擬したタイプであり，基礎の変位に伴う押込方向の水平力のみが伝達する．Type-C は頂版を設けず，既設基礎を拘束しないタイプである．剛性比に関しては，鋼管矢板基礎の材質を変えることにより，剛性比 = 1.98（材質：鋼）と剛性比 = 0.67（材質：アルミニウム）の 2 パターンを設定した．本稿では表 1 網掛部の 2 ケースについて得られた知見を述べる．

なお，実験は 50 G の遠心力場で行い，入力振動としてプロトタイプ換算で振幅 15 cm，周波数 1 Hz，サイクル 20 回の正弦波を変位制御にて入力した（図 3(a)参照）．しかし入力開始後の 5 サイクルでしか入力波の再現性がとれなかったため，この間で実験値の比較を行った（図 3(b)参照）．

キーワード ケーソン基礎，鋼管矢板基礎，耐震補強，補強メカニズム，動的遠心模型実験

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科 TEL 075-753-5106

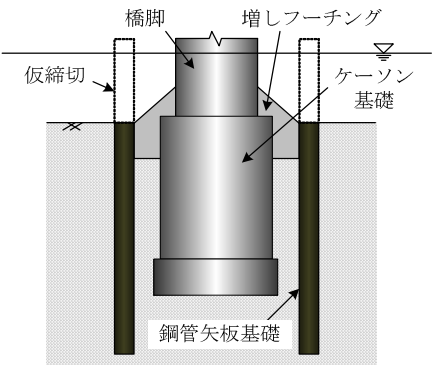


図 1 鋼管矢板基礎増設工法

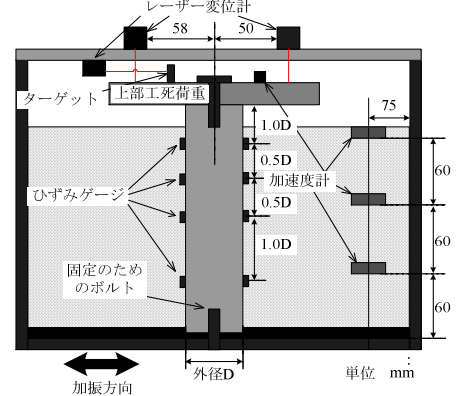


図 2 実験装置の概略図（未補強）

表 1 実験ケース

未補強	Caisson			
	井筒の材質 (剛性比)	Type-A 頂版剛結 Case-AL	Type-B 頂版半固定 Case-BL	Type-C 頂版なし Case-CL
補強あり	鋼 (1.98)	Case-AS	Case-BS	Case-CS
	アルミ (0.67)	Case-AL	Case-BL	Case-CL

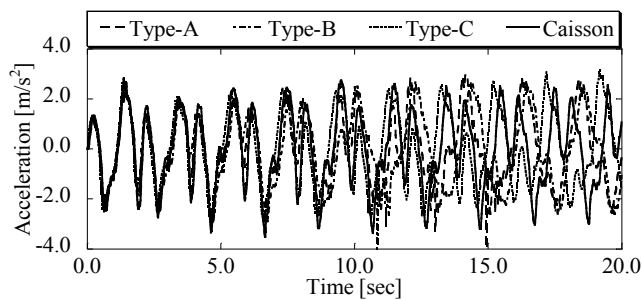


図 3(a) 入力波の加速度時刻歴 (20 サイクル)

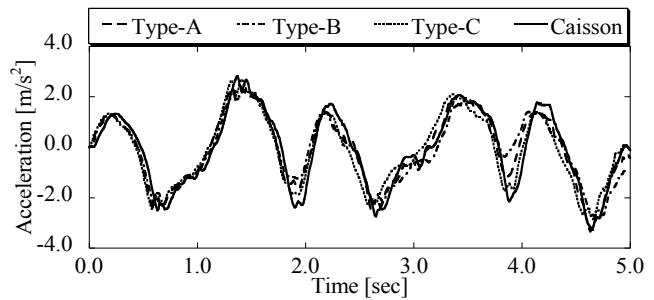


図 3(b) 入力波の加速度時刻歴 (5 サイクル)

3. 鋼管矢板基礎増設の補強効果・補強メカニズム

各ケースでケーソン基礎に最大曲げモーメントが発生した時刻における、鋼管矢板基礎に生じたひずみの深度分布を図 4(a)～(b)に示す。なお、鋼管矢板基礎において、ケーソン基礎の変位方向に位置する側面を前面、逆方向に位置する側面を背面と呼ぶ。Case-BL (剛性比 = 1.98), Case-BS (剛性比 = 0.67) とともに、前面鋼管矢板基礎の頂版直下部に大きなひずみが発生しているが、これは Type-B では頂版を通じてケーソン基礎から押込方向の水平力のみが伝達するためである。従って、頂版半固定タイプ (Type-B) は頂版直下部の曲げ変形により外力に抵抗し、補強効果を得るメカニズムであり、剛性比による補強メカニズムへの影響はないと考えられる。

また、ケーソン基礎及び補強基礎の荷重－変位関係を図 5 (a)～(c)に示す。なお、図中で上下の破線は未補強

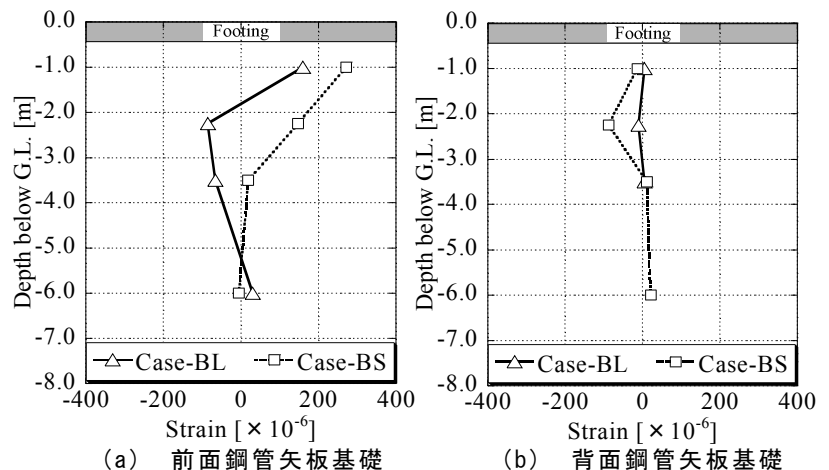


図 4 鋼管矢板基礎のひずみ分布

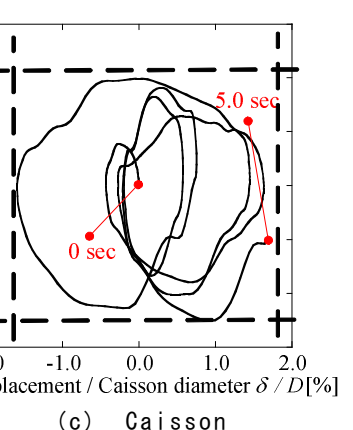
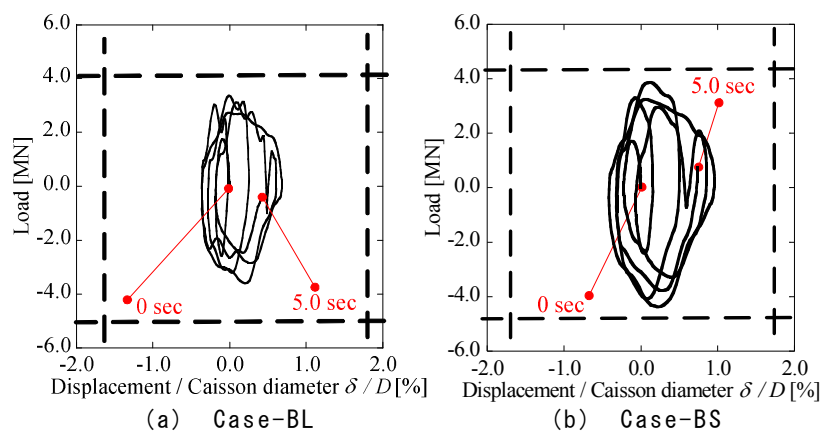


図 5 荷重－変位関係

の場合の最大慣性力の値を、左右の破線は未補強基礎の場合の最大水平変位の値をそれぞれ表す。Case-BL (剛性比 = 1.98) では補強前と比べ水平変位は 40%以下に、慣性力は 80%以下に抑制されており、Case-BS (剛性比 = 0.67) では水平変位は 50 %程度に、慣性力は 90 %程度に抑制された。この結果から、剛性比が大きいほど補強効果も大きくなると考えられる。

4. まとめ

(1)剛性比による補強メカニズムへの影響はないと考えられる。(2)剛性比が大きい方が補強効果も大きい。この傾向は静的な条件での検討結果^{1),2)}と同様であった。

参考文献 1)磯部ら：土木学会第 59 回年次学術講演会Ⅲ-457, pp.911-912, 2004. 2)磯部ら：第 40 回地盤工学研究発表会, 2005. (投稿中)