

既設構造物基礎の耐震補強工法の開発 - その2 遠心载荷模型実験の解析検証 -

八戸工業大学 フェロー 塩井 幸武

白石 正会員 青柳 守, 不動 建設 正会員 野津 光夫

同 正会員 瀬川 信弘, 日特 建設 正会員 山岸 清隆

1. はじめに

適用指針の改訂により考慮する地震動が見直されたり，社会資本整備の拡充を目的とした付加機能の追加などを考慮すると，基礎の耐力不足は否めないところがある．一般に基礎の補強工事は，桁下制限などの制約条件もあり，比較的大規模となると共に工費・工期を要するため，他の補強工事と比較してその施工実績はあまり多くない．そこで，低コスト化および工期の短縮化を図ることができると共に，狭い作業現場でも容易に施工することができる，既設構造物基礎の耐震補強工法を提案することとした．

本補強工法は - その1 - において述べたように，既設構造物基礎を取り囲むように鋼矢板を所定の深さまで打ち込み，その内部を地盤改良により固化するものである．これにより，水平および鉛直抵抗の増大を期待できると考えられる．

本論文は，設計手法の確立を目的として実験模型を比較対象に骨組み解析を行い，遠心载荷模型実験の結果と比較することにより，解析モデルの妥当性を検証したものである．

2. 実験概要

実験模型は - その1 - において概要を述べたが，50Gの遠心加速度場において，図-2に示す鉄製剛土槽に同時に設置した縮尺1/50の既設基礎と補強基礎の模型に対して，载荷点の水平変位を4mm（実物換算200mm）まで水平载荷を行った．

図-3に，载荷実験結果の中で提案構造の補強効果を端的に確認できた既設基礎と補強基礎の水平力-変位（P- Δ ）曲線の比較を示す．これより，载荷終了時（実物換算 $\Delta=200\text{mm}$ ）において，既設基礎に比べて補強基礎の载荷重が約1.6倍となっており，既設基礎を提案工法により補強した結果，地震時に基礎に作用する外力としてその主要な成分である水平荷重に対しておよそ6割程度耐力が増加することが確認された．また，同一荷重レベルにおける変位量に着目すると補強基礎の方が既設基礎に比べ変位の絶対値が半分以下に抑えられていることが確認でき，本構造が基礎に作用する水平荷重に対し補強機能を発揮できることが実証された．

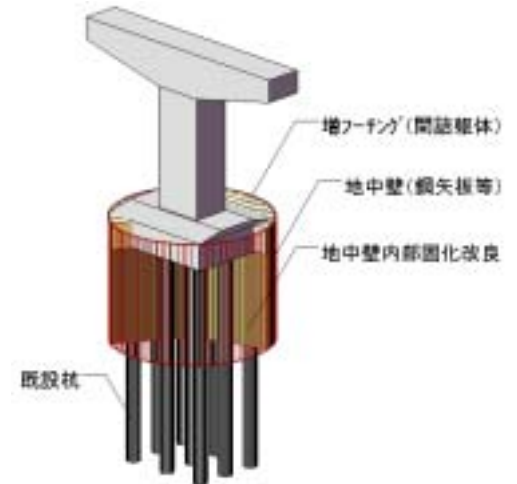


図-1 補強工法の概略図

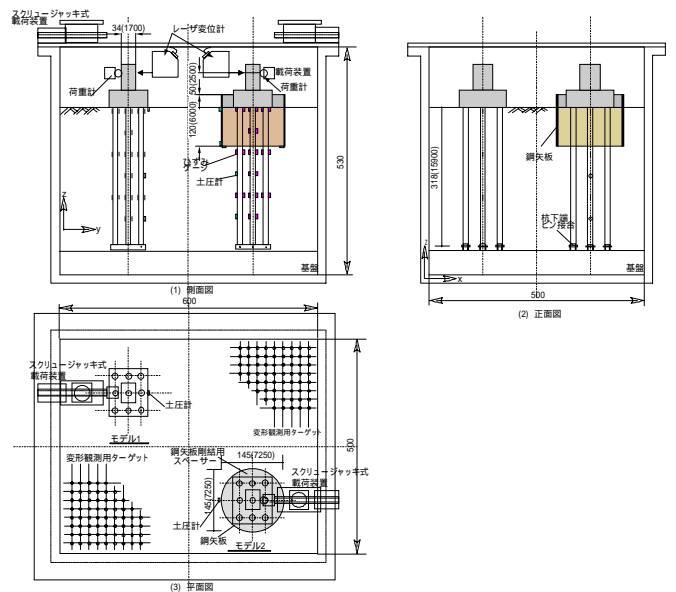


図-2 実験模型の概略図

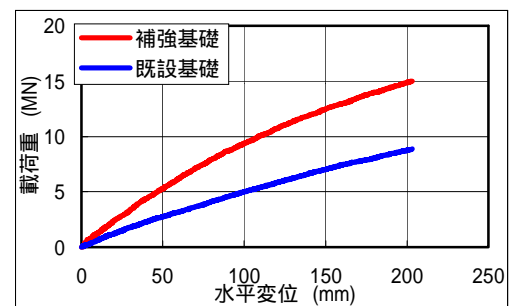


図-3 実験結果（P- Δ 曲線の比較）

キーワード：遠心载荷模型実験，耐震，地盤改良

連絡先：〒101-0032 東京都千代田区岩本町 2-11-2 (株) 白石，TEL:03-5687-8325，FAX:03-5687-6493．

3. 解析条件

解析は、実験模型を 50G の遠心加速度場による相似則により換算した構造物に対して骨組み解析により行っている。図 - 4 に構造物モデルとその物性値を示す。変形係数 E は拘束圧 (σ₃) 依存性を考慮し次式により各深度ごとに算定した。骨組みモデルにおける地盤と構造物との各抵抗要素は、「道路橋示方書・同解説 下部構造編 (社)日本道路協会」にしたがいバネ要素でモデル化し、改良体との摩擦抵抗要素は、要素実験結果より図 - 5 に示される特性 (バネ係数 1.782 × 10⁵ kN/m³, 摩擦力 43.6 kN/m²) を評価した。なお、本構造物における杭の特性値は 0.362 m⁻¹ であった。

$$E = 22808 \cdot \sigma_3^{0.6046} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

解析ケースは、実験ケースと同様に既設基礎および補強基礎を再現した 2 種類の実験模型に対して行った。ここで、補強基礎はフーチング以深 4.5m を改良固化したものである。

4. 考察

既設基礎と補強基礎の 2 ケースに対して、実験および解析より得られる水平荷重作用位置における水平力 - 変位 (P - δ) 関係を図 - 6 に示す。

基礎の水平力 - 変位 (P - δ) 関係

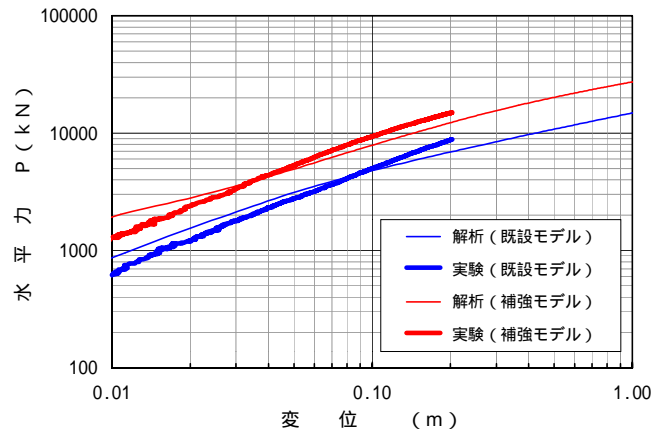


図 - 6 水平力 - 変位 (P - δ) 関係

図に示されるように、各ケースに対する実験および解析結果は概ね一致し、応答変位に対する基礎の耐力増加は、約 6 割程であることを確認した。

以上より、既設基礎を提案工法により補強することにより、基礎の全体的な挙動として、応答水平力に対する基礎耐力の増加を、実験および解析の両方で確認でき、耐震補強工法としての効果を検証することが出来た。

しかし、遠心加速度場における自重沈下の際、フーチング底面に反力が生じていたことが、荷重載荷後の目視により確認された。これは、解析モデルで

は考慮していない抵抗要素であるため、実験模型に対する改善点である。また、本実験では既設基礎と補強基礎の基礎全体としての挙動を把握できただけであり、モデル化した各要素に対する細部の検証は未確認であるため、設計手法の確立に向けて、鋼矢板とフーチングの接合条件や補強の規模を変更した、種々の補強状態に対して模型実験とそれに伴う解析ケースを行い、定性的な評価を把握する必要がある。

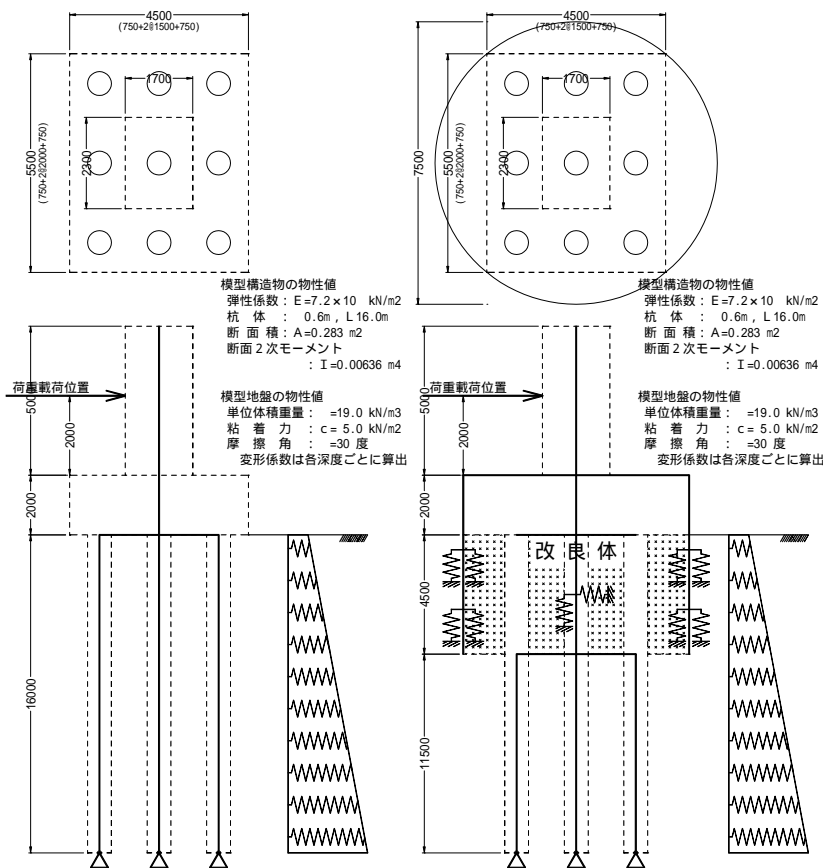


図 - 4 解析モデルの概略図

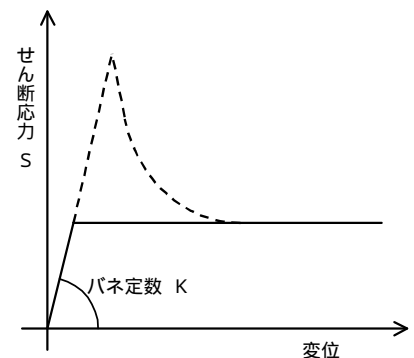


図 - 5 改良体の摩擦特性