

## 既設構造物基礎の耐震補強工法の開発 - その4

八戸工業大学 フェロー 塩井 幸武

白 石

青柳 守， 不動 建設 正会員 深田 久

同 正会員

瀬川 信弘， 日 特 建設

稲川 浩一

## 1. はじめに

本補強工法は，図 - 1 のように既設構造物杭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．その補強効果は， - その3 - で述べたように，遠心載荷模型実験結果における既設構造と2ケースの補強基礎（外周固化型，杭拘束型）の結果比較により，以下の定性的な知見を得ている．

水平変位・回転角の低減および耐力の向上

杭体の曲げモーメントの低減

固化改良体の拘束による杭体の変形挙動の変化

固化改良体に生じる引張りずみの変化

そこで，本補強工法の設計手法の確立を目的として，これらを補強メカニズムとして定量的に評価できる補強基礎の数値解析モデルを考案し，このモデルでの解析結果が，実験結果を再現できることで，その妥当性を確認することとした．

## 2. 実験モデルの解析条件

遠心載荷実験で用いた実験モデルは - その3 - に概要を述べている．この実験モデルに対する数値解析モデル化は，遠心加速度場（50G）の相似則により換算された実構造物を対象とした．また，実験モデルの実験環境および地盤条件を把握する必要があり，既設構造の実験結果（水平震度 - 水平変位，回転角関係）を再現できる解析条件を同定し，これを以降の構造解析モデルにも適用することとした．

ここに，既設構造の数値解析モデルは「道路橋示方書・同解説 下部構造編」（以降，道示）に規定されている杭基礎の設計手法に従いモデル化した．ただし，模型杭はアルミ合金のため，弾性でモデル化した．

## 3. 補強基礎の数値解析モデル

冒頭に述べた補強効果の主な要因は，水平抵抗面積の拡大と，改良体の拘束による挙動の抑制と考え

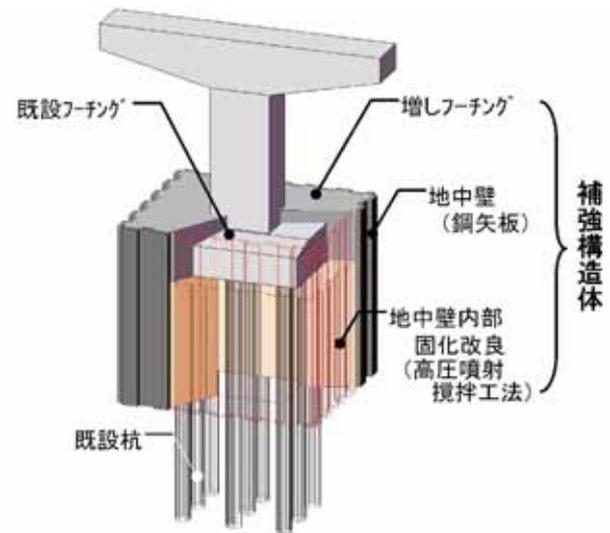


図 - 1 補強工法の概略図

表 - 1 補強効果のメカニズム

		効果	補強効果発現メカニズム
水平抵抗	抵抗面積の増大		既設基礎に取り付けられた鋼矢板が，挙動することにより抵抗面積の増大が得られる．内部の改良体は鋼矢板の形状保持に寄与する．
	抵抗要素の強度増加	×	なし
鉛直抵抗	抵抗面積の増大		既設基礎を取り囲む鋼矢板の周面摩擦の期待．
	抵抗要素の強度増加	×	なし
基礎躯体の剛性増加			既設基礎の杭体を改良体により拘束することで，基礎本体の挙動を抑制し，見かけの剛性が增大する．

られる．それらを表 - 1 に示される定量的な発現メカニズムと考え，補強基礎の数値解析モデルを考案した．これらには，周辺地盤の水平抵抗，鉛直抵抗および剛性増加があり，各抵抗には，構造物自体の投影される面積の増加と，抵抗要素自体の強度増加の2通りが考えられた．

これらを評価するために，補強基礎の数値解析モデルは，図 - 2 に示すような2次元バネフレーム + FEM要素によるモデル化を行った．以下に各部材におけるモデル化について記す．

キーワード：既設構造物基礎，耐震補強工法，補強メカニズム，数値解析モデル

連絡先：〒101-0033 東京都千代田区神田岩本町 1-14 (株) 白石，TEL:03-3252-2563，FAX:03-3252-2510．

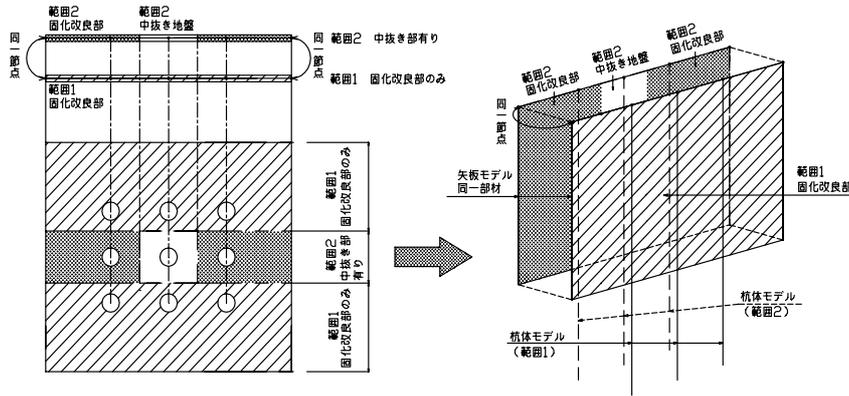
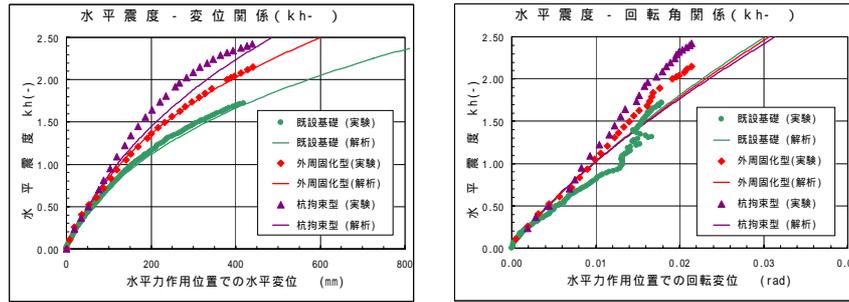


図 - 2 補強部のモデル化（平面ひずみ要素）



a) 震度 - 変位 (k-h) 関係      b) 震度 - 回転角 (k-h) 関係

図 - 3 実験結果と数値解析結果の比較

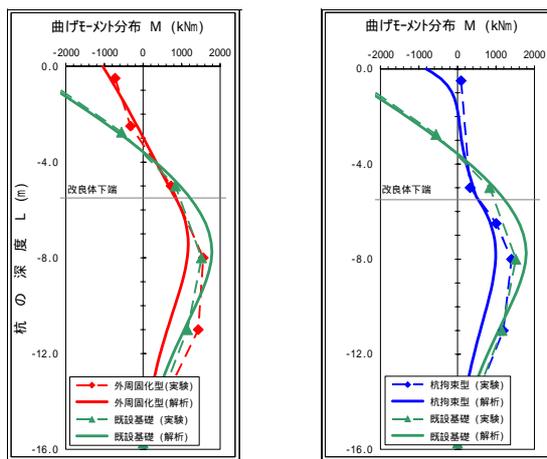


図 - 4 曲げモーメント分布

(左図：外周固化型，右図：杭拘束型)

・補強部以深の杭体

杭体はアルミ合金のため、前項にしたがい弾性の梁モデルとし、地盤抵抗要素（杭軸直角方向）は、道示 杭基礎の設計手法に従い、地盤の塑性化を評価したバイリニア型の弾塑性バネモデルとした。

・補強部

フーチング、前背面の鋼矢板および補強内部の杭体を梁モデルとし、各々を結合させたラーメン構造とした。補強部の地盤抵抗要素（前背面の直角方向、周面のせん断方向）は、道示 ケーソン基礎の設計手法に従い、地盤の塑性化を評価したバイリニア

型の弾塑性バネモデルとし、フーチングおよび鋼矢板の梁部材に設置した。また、補強部側面の鉛直せん断抵抗より換算される回転バネは、深度毎に集約し、フーチング下面に設置した。

・補強部の固化改良体

実験結果によると補強部の挙動は、内部の杭と固化改良体の間に平面保持が成立しないものであった。したがって、改良体を弾性の平面ひずみ要素モデルとし、杭体の梁部材に接合させた。また、補強内部の杭体に接している改良体と現地盤の挙動を区別して評価する必要があったため、2種類の平面ひずみ要素を重ねたモデルとしている。

4. 解析結果と考察

既設構造と2ケースの補強基礎に対して、実験および数値解析より得られる荷重載荷位置における水平震度 - 水平変位、回転角 (k-h, ) 関係を図 - 3 に、杭体の曲げモーメント分布を図 - 4 に示す。ここに、水平震度は、載荷荷重を模型重量で除したものである。

2ケースの補強基礎に対する数値解析モデルの結果は、実験結果の水平震度 - 水平変位、回転角関係を概ね安全側に再現でき、実験結果と同様、水平変位の低減および耐力の向上を確認できた。

また、杭体に生じる曲げモーメント分布（水平震度  $k_h=1.25$  時）について、2ケースの補強基礎に対する数値解析モデルの結果は、実験結果を概ね再現でき、実験結果と同様、固化改良体による拘束の有無により、杭体の変形挙動が異なることを確認できた。

以上より、本補強工法に対して考案した数値解析モデル（2次元バネフレーム + FEMモデル）は、実験結果の補強効果を再現でき、実務レベルでの構造検討に適用できると判断できる。

5. おわりに

本補強後方の開発は、検討は不動建設、日特建設、白石の3社による地盤・基礎 21 研究会にて行った成果であり、多数の方々にご助言、ご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。