

# Ⅲ－63 固化改良を併用した杭基礎構造物の耐震補強工法（In-Cap 工法）の 模型実験 2（補強部の変形特性）

八戸工業大学 学生会員 ○竹鼻 佑介、  
不動建設（株）正会員 深田 久  
八戸工業大学 フェロー会員 塩井 幸武

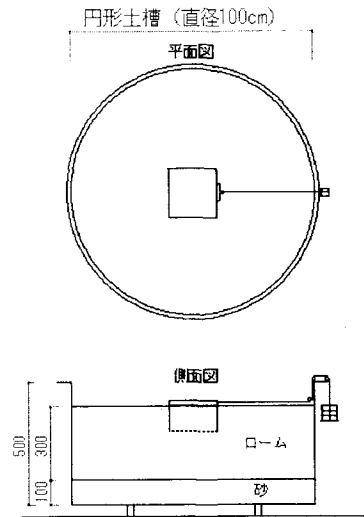
## 1. はじめに

In-Cap（Incremental Capacity）工法は、杭基礎のフーチング近傍を所定の深度まで矢板などで囲んで内部を固化改良し、基礎のフーチングと矢板を鉄筋コンクリートにて剛結する。この構造により、水平力に対して矢板で囲まれた改良体の前面抵抗により変位を抑制し、改良体および改良により増大した矢板・杭と地盤との摩擦抵抗により基礎の回転を抑制し、支持力を確保するものである。今回は、補強矢板の効果および内部改良の効果などの補強メカニズムを解明することを目的として、補強部（矢板と内部固化改良）単独で水平載荷実験を行った。

## 2. 実験概要

### （1）実験方法

模型土槽は図－1に示すように直径1m、深さ0.5mの円形土槽を使用した。八戸ロームの特性を表－1に示す。円形土槽に砂10cmと不織布を敷き、八戸ローム（68～72%）を挿入して土のう袋などで圧密させる（3週間程度）。その後、土のう袋を撤去し模型を設置して水平載荷試験を行う。



図－1 模型土槽

### （2）実験ケース

実験は単杭補強モデルと群杭補強モデルの2種類で行った。単杭補強モデルのフーチングは縦5cm、横5cm、高さ2cm、群杭補強モデルのフーチングは縦20cm、横20cm、高さ2cmである。矢板の単杭補強モデルの場合、幅5.1cm、高さ12.5cm、厚さ0.5mm、矢板深度10cm、模型の縮尺は1/30である。群杭補強モデルの場合、幅20.1cmの他は単杭補強モデルと同様である。

単杭補強モデルの実験はケース0～2、群杭補強モデルはケース0～3の合計7ケースを実施した。ケース0は矢板2枚を引張方向に対して前面と背面に配置した。ケース1は矢板4枚で囲い、ケース2は矢板4枚で矢板内部を全面改良する。ケース3は矢板4枚で矢板内部を部分改良する。部分改良は、群杭補強モデルのみで矢板内部の中央部（10cm×10cm）を残して周辺部を固化改良する。

表－1 八戸ロームの特性

| 土粒子密度 $\rho_s$ | 2.673g/cm <sup>3</sup> | 粒度特性   |     |
|----------------|------------------------|--------|-----|
| 液性限界 WL        | 70.0%                  | 砂分含有率  | 23% |
| 塑性限界 WP        | 43.4%                  | シルト含有率 | 27% |
| 塑性指数 $I_p$     | 26.6%                  | 粘土含有率  | 49% |

表－2 単杭補強モデルの実験ケース

| ケース | 矢板枚数     | 内部改良 |
|-----|----------|------|
| 0   | 2（前面＋背面） | なし   |
| 1   | 4        | なし   |
| 2   | 4        | 全面改良 |

表－3 群杭補強モデルの実験ケース

| ケース | 矢板枚数     | 内部改良 |
|-----|----------|------|
| 0   | 2（前面＋背面） | なし   |
| 1   | 4        | なし   |
| 2   | 4        | 全面改良 |
| 3   | 4        | 部分改良 |

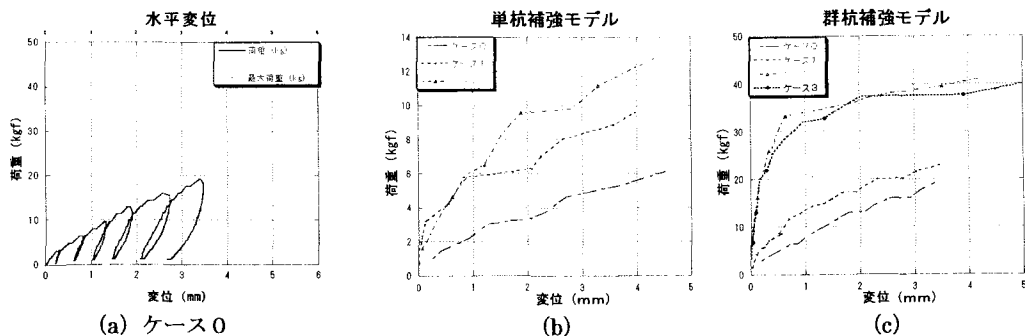


図-2 荷重水平変位関係 (a: 群杭補強モデルケース0 b: 単杭補強モデル c: 群杭補強モデル)

### 3. 実験結果と考察

#### (1) 荷重水平変位関係

単杭補強モデル、群杭補強モデルの荷重水平変位関係を図-2に示す。基準変位として3mm（模型杭幅の10%）を考えた場合の水平荷重は、単杭補強モデル・群杭補強モデルいずれにおいてもケース0からケース1、2となるにつれて大きくなり、補強部の剛性の増加の効果が見られる。図-2 (c) 群杭補強モデルのケース3とケース4では、固化改良体の改良体積が異なるにも拘わらず、荷重変位関係はほぼ同程度である。

#### (2) 矢板のひずみ

矢板のひずみの位置はX方向（水平）・Y方向（鉛直）・Z方向（斜め）に設置した。図-3は群杭補強モデルの前面のX方向（水平）・Y方向（鉛直）である。図-2より矢板を設置しただけでも補強効果のあることが判明したが、そのメカニズムは荷重の増加とともに鉛直方向の曲げ抵抗と側面のせん断抵抗が発揮されることによると推定される。

#### (3) 傾斜角

図-4にフーチングの傾斜角と荷重の関係を示すが、図-2の荷重水平変位関係と同様にフーチングの回転も補強部の剛性の増加により抑制されている。特に、群杭補強部においては荷重が10kgを超えるまでは、フーチングの傾斜がほとんど発生していない。この挙動は、（杭+補強）の実験ケースでも同様である。これより、載荷初期の（杭+補強部）の変形は、まず水平変位が先行（滑動的な挙動）し、その後回転が発生（転倒）してくるものと考えられる。

### 4. 結論および課題

一連の載荷試験を通じて矢板の設置、内部改良が基礎の剛性増加に大きく貢献していることが判った。特に剛性の小さな矢板だけでも補強効果が発現できることができた。今後は補強効果を定量的に関連付けることが課題である。

【参考文献】 土質工学会：杭の水平載荷試験方法・同解説，1984. 10 pp. 1-53