

杭頭に付加した水平力抵抗機構についての模型実験比較

JR 東日本 研究開発センター 正会員 ○小林 一樹
 JR 東日本 研究開発センター 林 篤
 応用地質（株） 中山 栄樹

1. はじめに

橋上駅や人工地盤などでみられるような地中梁を省略した「1柱1杭」構造物は地震時の水平荷重に対して抵抗力が低下する。これを補うため、杭頭部に水平力抵抗機構を付加することを考え、模型によってこの機構を模擬し、粘性土地盤において水平載荷試験を行なったのでこれを報告する。

2. 背景・目的

利用価値の高い都市部の線路上空を活用するために様々な工法，設計法が工夫されている。橋上駅や人工地盤のような低層建築物については，線路間での施工を容易にするため地中梁を省略する構造が検討され，「線路上空建築物（低層）構造設計標準」（低層標準）に設計法が示されている。

低層標準では，建築の一次設計レベルの地震水平力に対して杭頭変位の検討を行うが，ここで杭の断面の設計が決定するケースもあるため，一次設計レベルの地震水平力に対して抵抗力を発揮する機構が必要である。そこで，本研究の目的を，付加機構について広く可能性を追求し，施工性，設計法を検討することとしている。今回は水平抵抗機構の定性的な傾向を把握するために模型実験を行った。

3. 実験

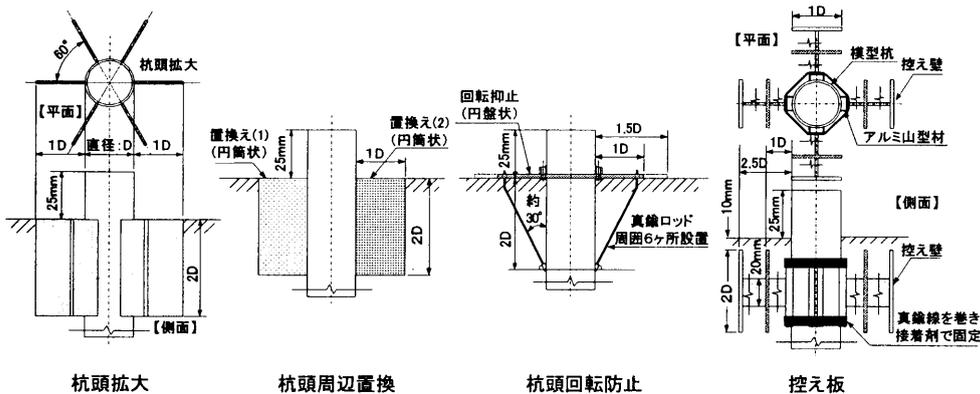


図3-1 杭頭に付加する水平力抵抗機構

3-1 杭頭に付加する水平力抵抗機構の概要

実験に供した杭頭付加機構を図・表 3-1 に示す。杭頭拡大型の供試体は杭の周りに6枚の板を取り付け，水平方向の投影面積を拡大する方法としている。杭頭周辺置換工法は杭頭周りを碎石や土のうに置換し，水平力の分散と碎石のせん断力による抵抗力を期待した。回転防止型は杭頭変位に伴って生じる鉛直方向の地表面変形を抑え，地表面まで抵抗土圧を利用すること，また，杭頭回転ばねを期待した。控え板型はある離隔をとった控え板と杭頭を連結し，杭頭付近の抵抗力を増すものである。

3-2 実験方法 - 模型杭の製作

一次設計レベルでは杭は弾性の範囲であることを前提として，材料の選定を行った。また，これによって模型杭の繰り返し使用も可能となることも考慮し，アクリルパイプの表面をガラス繊維で補強した材料を用いた。外径 34.5mm，杭長 700mm の杭を複数作製し，剛性が近いもの選別した結果，剛性は $2.0 \times 10^8 \text{ N/mm}^2$ であった。ひずみゲージは杭上部に 20mm 間隔で配置した。杭頭改良部の模型はCFRPを使用し，杭頭周辺置換材料には粒度を 3~5mm に調整した軽石とシリコン樹脂を混合して作製した。

3-3 実験方法 - 模型地盤の製作

模型地盤は，地盤物性の

表 3-1 実験ケース

無対策型	
杭頭拡大型	拡大径 3D
杭頭地盤置換型	置換範囲径 3D(硬)
	置換範囲径 3D(軟)
杭頭回転防止型	円板径 3D
	円板径 4D
控え板型	離隔 1D
	離隔 2.5D

キーワード 杭 水平抵抗 模型実験

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区新宿区日進町 2 丁目 0 番地 TEL (048) 651-2552 FAX(048) 651-2571

表 3-2 模型地盤作成材料の配合

木節粘土の含水比	100%
セメントミルク添加量	セメント:木節粘土の乾燥質量に対し 30% 水:セメント質量の 500%
ベントナイト添加量	セメントミルク作作用水の 5%

安定性および土槽打設の均一性を確保できる流動性を考慮し、精製粘土、セメント、ベントナイト、水を混合して作製した。設計一軸圧縮強度を 100kN/m² とした。模型地盤の配合を表 3-2 に示す。

3-4 実験方法 - 荷重方法

杭頭自由の状態では地表面から 30mm の高さに荷重し、変位の測定は、左右荷重点中心の杭側面で行った(図 3-2)。荷重は 1 分に 0.1mm の一定速度で行い、一方向に最大変位を杭径の約 30%にあたる 10mm まで荷重を行った。このほか、平板荷重試験およびプレッシャーメータ試験を行い、地盤特性を把握した。

4. 実験結果

図 4-1~4 は実験の荷重杭頭変位関係を機構毎に比較したものである。杭頭周辺置換工を除くケースで初期の水平力抵抗が増している。

最も水平力抵抗の高いものは回転防止 (4D) であるが、現実的な範囲で考えられる回転防止型 (3D) は杭頭拡大型と同程度の効果である。回転防止型では、杭頭水平変位 2mm 程度まで荷重の差が一定であるが、これは地盤と円板が接する面積の差と考えられ、せん断力の影響とみられる。

周辺地盤置換は初期水平力抵抗が低下しているが、

変位の大きな領域

では逆転している。

これはひずみの大きい

範囲で強度を発揮する置換材

の性質や杭頭部分

の初期の回転が加

わるためと考えら

れる。

控板型は周辺地

盤の広い範囲に影響を

与え、ひび割れ等の

大きな変形がみられた。

5. まとめ

5-1 まとめ

①粘性土を模した地盤において模型杭の水平荷重試験を行った。

②杭頭に付加する水平抵抗機構の効果の概略を模型実験によって把握した。

5-2 今後の課題

各対策工の実施方法を検討し、実地盤における水平荷重試験を行っていく予定である。

参考文献

- ・鉄道建築協会 線路上空建築物(低層)構造設計基準 2002
- ・小野・山田・菊田・松浦・岡田:粘性土地盤における群杭の水平大変形挙動の実験的研究, 土木学会論文集 No. 645/III-50 pp. 223-233, 2000

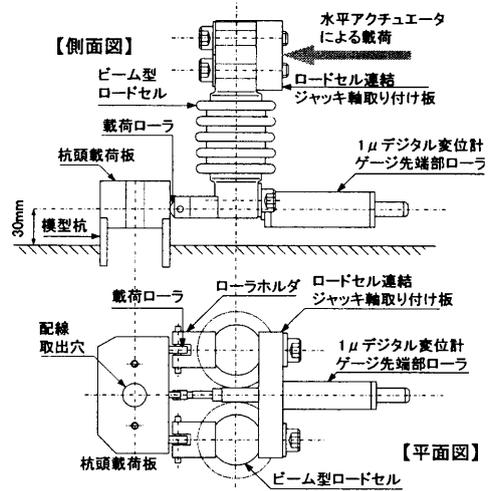


図 3-2 杭頭荷重部構造

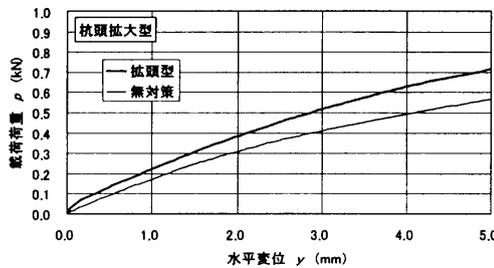


図 4-1 杭頭拡大型と無対策杭の比較

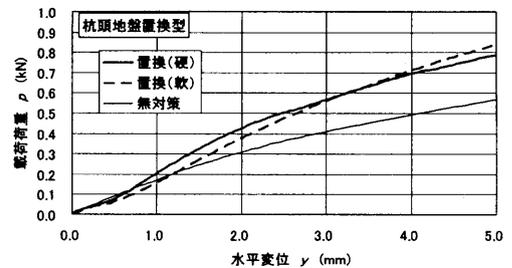


図 4-2 杭頭周辺置換型と無対策杭の比較

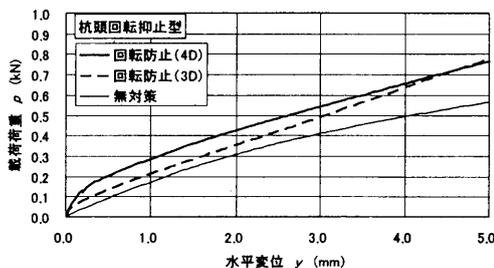


図 4-3 杭頭回転防止型と無対策杭の比較

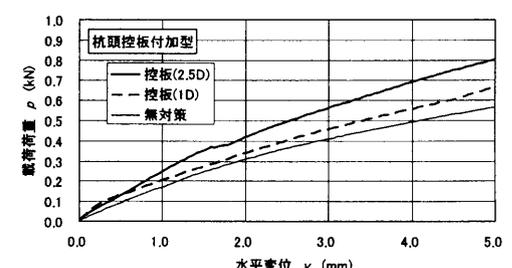


図 4-4 控板型と無対策杭の比較