

## 既設基礎の耐震補強に関する検討(その6) —動的解析によるマイクロパイルを用いた複合基礎の検討—

錢高組 正会員 角田晋相 原田尚幸  
 フジタ 正会員 岸下崇裕 相良昌男  
 土木研究所 正会員 福井次郎 大下武志

### 1. はじめに

既設基礎の耐震補強は、空頭制限や近接構造物等による施工上の制約を受け、従来工法では対応できない場合もあり、近年、狭小なスペースで施工可能なマイクロパイルが注目されている。マイクロパイルを用いた複合基礎の耐震設計は、地震時保有水平耐力法により行われているが、この静的な解法は上部構造物の慣性力のみを考慮した設計手法であり、動的解析と比較すると異なる結果を与えることもある。

そこで、地震時保有水平耐力法による試設計例<sup>1)</sup>を対象に動的解析を行い、マイクロパイルの補強効果を検討した。

### 2. 解析条件と解析ケース

検討対象は、既往文献<sup>2)</sup>に示された旧設計基準で設計された単柱式 T 型道路橋脚である。二次元 FEM モデルを図 - 1 に示す。境界条件は、側方を水平ローラ、底面を固定境界とした。地盤剛性および減衰定数は、等価線形化法において最大せん断ひずみが 1.0%に相当する値と仮定し与えたが、杭間の地盤剛性は杭の拘束効果を考慮して最大せん断ひずみが 0.1%に相当する値とした。杭は梁要素でモデル化し、既設杭はトリリニア型、マイクロパイルはバイリニア型の非線形特性を持つ部材とした。また、上部構造の橋脚は保有耐力を考慮したバイリニア型の非線形梁要素でモデル化した。フーチングは剛体とし、上部構造物の慣性力として橋脚上部に質点を与えた。入力地震動は道路橋・標準入力地震波 OGAS FUKIAI N27W とし、地表面での最大応答加速度が 700gal 程度になるように補正し使用した。

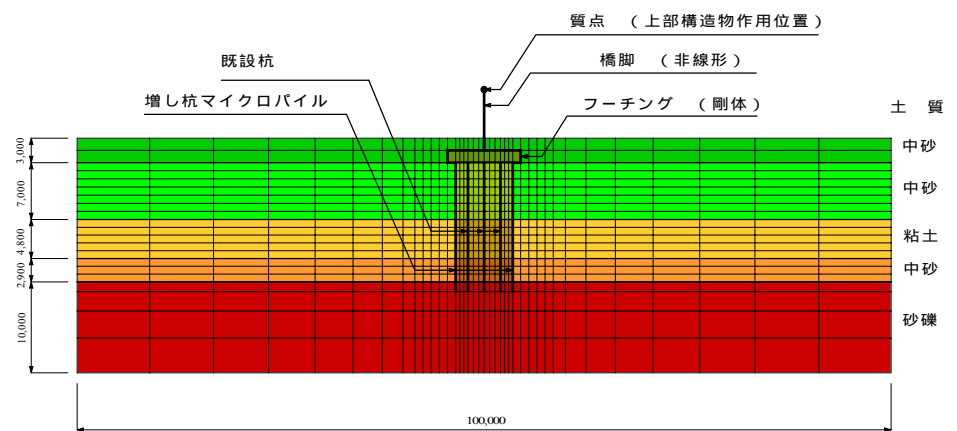


図 - 1 解析モデル

検討ケースを表 - 1 に示す。検討は、無補強、直杭補強、斜杭補強の 3 ケースとし、補強本数は地震時保有水平耐力法による試設計結果<sup>1)</sup>から算出された本数を用いた。

表 - 1 検討ケース

検討ケース	1	2	3
	無補強 (既設杭のみ)	直杭補強	斜杭補強 (15°)
増し杭本数	-	26 本	10 本
構造モデル図			

### 3. 解析結果および考察

各ケースにおける既設杭の最大応答変位分布を図 - 2 に示す。マイクロパイルの補強効果は杭頭部に顕著に現れ、水平変位量を約 30%低減している。これは増し杭の支持効果により構造物のロッキングが抑えられたためと考えられる。また、斜杭補強は、杭本数が直杭補強の約 4 割にもかかわらず、ほぼ同じ変位量と

Keywords : 既設基礎、耐震補強、マイクロパイル、斜杭、動的解析

〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー11F TEL:03-5323-3861 FAX:03-5323-3860

なった。

既設杭の最大曲げモーメント分布を図 - 3 に示す。杭に生じる曲げモーメントは、杭頭部および砂層と粘土層の境界部で最大となった。また、G.L-4m~G.L-10mの砂層区間では、補強することにより曲げモーメントが抑制されているが、全体的には無補強の場合と大きな差異はない。これは、地盤の応答変位の影響によるものと考えられる。

一方、軸力については外側杭ほど大きな値を示すとともに、その値は動的応答によって変動し、曲げ耐力も変化する。そこで、軸力とモーメントの相関関係の履歴を図 - 4（杭頭部） 図 - 5（層境界部）に示す。杭頭部、層境界部の各ケースとも最大曲げモーメントに大きな差はない。しかし、無補強では軸力の変動が大きいため、杭頭部、層境界部とも杭体の曲げ耐力を越え降伏に至っている。補強したケースにおいては、軸力の変動が小さく抑えられるため、いずれも降伏には至らないことがわかった。これは、増し杭により既設杭の荷重分担が減少したこと、上部構造物のロックングを抑えられたためと考えられる。

また、上部構造物の応答特性を評価するために、橋脚下端の曲率と曲げモーメントの関係を図 - 6 に示す。今回の解析では、基礎を補強することにより、橋脚下端での曲率が 1/3 程度に低減し、橋脚の塑性化を抑えられる傾向にあることがわかった。また、斜杭は直杭よりも少ない本数で同程度の効果が得られることを確認した。

4. まとめ

動的解析による検討の結果、以下のことが明らかとなった。

- 保耐法で設計した結果は、動的解析において照査可能となることが確認できた。
- マイクロパイルの補強効果として、既設杭の杭頭部の水平変位が抑制できる。また、補強により、地震時の杭の軸力変動を小さくすることで曲げ耐力の低下が抑えられる。

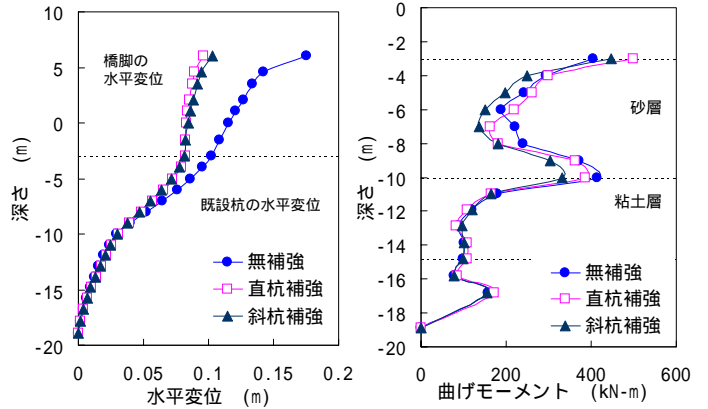


図 - 2 最大水平変位分布

図 - 3 最大曲げモーメント分布

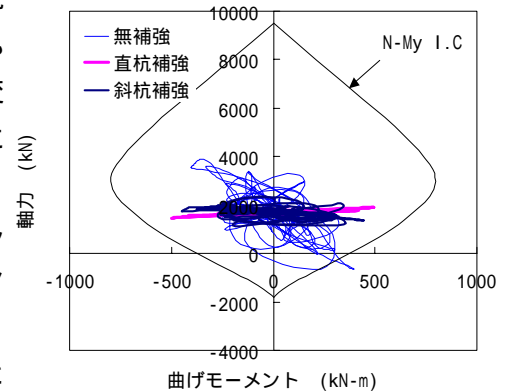


図 - 4 杭頭部の履歴特性

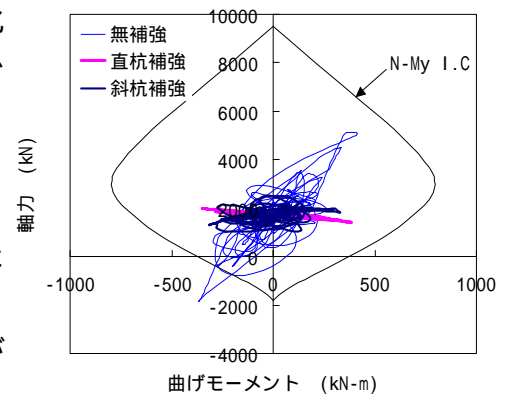


図 - 5 層境界部の履歴特性

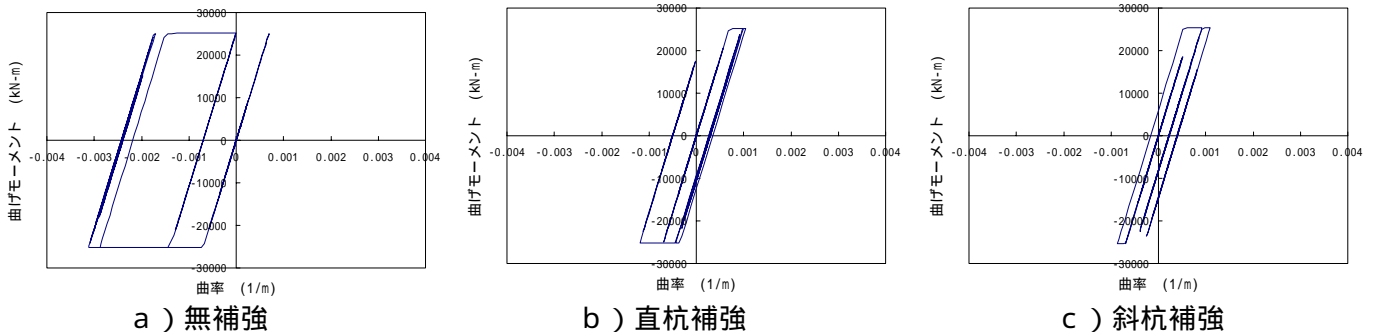


図 - 6 橋脚の履歴特性

なお、本報告は、独立行政法人土木研究所共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発」平成13年度活動報告に基づき取りまとめたものである。

【参考文献】

- 1)中田,相良,大下,福井: 既設基礎の耐震補強に関する検討(その2) - 高耐力マイクロパイル工法の試設計 -, 土木学会第55回年次学術講演会,2000.9
- 2)日本道路協会: 既設基礎の耐震補強に関する参考資料,平成12年2月