

杭基礎構造物の耐震補強のための地盤改良の適用性の検討

木村 亮*

1. 研究の目的

脆弱地盤（超軟弱地盤や液状化地盤）の特殊条件下では、通常の杭基礎設計法が成立しない場合がある。これは上下部工反力が極端に過大な橋梁基礎において、杭の許容水平変位量（一般に杭径1%）の確保が難しいケースで生じる。つまり、杭基礎挙動は通常弾性変形内に安定させる必要があるが、脆弱地盤中の杭基礎では転体荷重などの関係で水平力が過大となった際に、多数の杭が必要となる。

この際に杭列数が極端に増加した場合には、フーチングは剛性を確保するために厚くなり、今度は杭鉛直支持力も不足し、更に杭増加の繰り返しで杭基礎設計法の不成立が起こり得る。そこで、このような脆弱地盤の特殊条件下における新たな杭基礎形式として、杭周辺に主に固化改良体による複合地盤を併設し、地盤改良により増加したせん断強度を杭反力として反映することで、同時に杭基礎の耐震性確保を図る設計施工法が開発され複合地盤杭基礎と命名された¹⁾。

実際の予備設計事例として、高規格道路に施工する橋梁基礎で転体が非常に高い実現場の脆弱地盤における従来設計法と複合地盤杭基礎を対比している¹⁾。従来設計法では場所打ち杭が10列以上必要（フーチング剛性は無視）になるのに対して、同現場に複合地盤杭基礎を採用した場合、杭は2列となり下部工と転体も大きく縮小する。

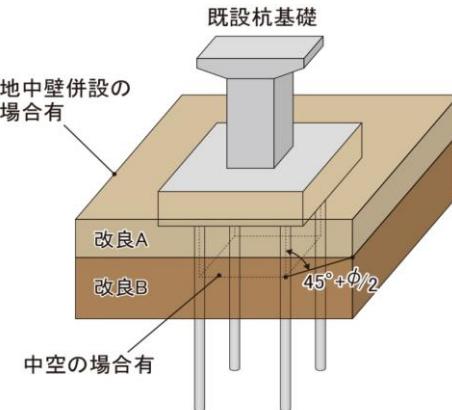
本研究では、複合地盤杭基礎の設計の考え方を援用し、既設杭基礎の耐震補強技術を新たに提案する。

2. 研究の方法

現況において、既設杭基礎の代表的な耐震補強技術は、増杭、フーチング補強、地中連続壁増設、鋼管矢板基礎増設、ケーソン基礎増設などとされている。ただしこれらの補強技術は、既設杭基礎に補強部材を接合するため土被り撤去や交通遮断が必要で現場条件が限定される。また、現在の既設杭基礎を複合異種構造に変更させるため動的挙動が煩雑となり、高度な設計照査法を必要とする。

そこで、地震時に応答変位卓越が懸念される超軟弱地盤や液状化地盤中の既設杭基礎に対して、複合地盤杭基礎の考え方を応用し、既設杭周辺に低強度の改良体を併設することで大規模地震時の杭応答変位を抑制する新たな耐震補強技術を提案する（図-1）。狭隘の制約条件下においても対応可能な本耐震補強技術をコンポジットパイル工法と称する。つまりコンポジットパイル工法は、杭周辺の脆弱地盤を改善し地震時のエネルギー吸収を図り、既設杭基礎の相対剛性を向上させ、さらには橋梁全体の耐震性を確保させる点では複合地盤杭基礎と同様の設計概念である。

*京都大学大学院工学研究科・教授



1. 改良Aーフーチング基礎部
改良B—深さ $1/\beta$ かつ軟弱層・液状化層
2. 全改良または中空改良(点線表示)
3. 全改良または地中壁併設(鋼矢板Ⅱ型)

図-1 コンポジットパイル工法

3. 得られた成果

代表的な加振実験成果 2)の分析と検討により、超軟弱地盤および液状化地盤における既設杭基礎に対して、コンポジットパイル工法を補強対策とした場合、耐震性向上効果を検証し工学的な有用性を確認した。

4. 謝 辞

本研究は、株式会社 不動テトラより委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) Koichi Tomisawa and Seiichi Miura : Mechanical behavior of pile foundation constructed in composite ground and its evaluation, *Soils and Foundations*, Vol.47, No.5, pp.961-972, 2007.
- 2) Koichi Tomisawa, Satoshi Nishimoto and Makoto Kimura : Seismic strengthening technique for existing pile foundation in soft and liquefiable ground, *19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, CD-ROM, 2017 (in press).