

(III-102) 連壁により補強された杭基礎構造物の地震時挙動

武蔵工業大学 学生会員 ○城戸 康介

武蔵工業大学 正会員 末政 直晃 片田 敏行

(株) 福田組 正会員 長野 正

1. はじめに

砂地盤の液状化により、杭基礎の被害が多く発生している。したがって、地盤の液状化が杭基礎に与える影響を調べ、またその防止対策を考えることが構造物の耐震性を高める上での急務となっている。そこで本研究では、耐震補強として杭体周囲に連壁を構築する対策を考案し、その防止対策を用いた動的遠心模型実験を行ない杭損傷防止効果について検討した。

2. 実験概要

遠心模型実験装置は、労働省産業安全研究所所有のものを使用した。この実験装置には地震波加振を再現可能な振動台が搭載されている。地盤作製方法は、あらかじめ模型杭を設置したせん断土槽(内寸 420×150×270mm)底部に砂礫を 30mm 敷き詰める。その後、砂礫層の上に空中落下法により豊浦砂を堆積させ、 $Dr=80\%$ 、厚さ 135mm の下層を作製する。続いてこの層の上に、同様の手順で $Dr=30\%$ 、厚さ 100mm の上層を作製する。なお、上層は液状化層、下層は非液状化層を模擬している。連壁補強を対象とする場合には、模型杭を設置する際に模型連壁をフーチング部に剛結させ、連壁の内外部に砂を降らせた。模型地盤作製終了後、それを大型の真空容器に入れ模型地盤全体を真空状態にし(約 15 時間)、粘性が水の 50 倍であるシリコンオイルを模型土槽底部より 1 日かけて徐々に浸透させ、飽和させた。模型地盤の概略および加速度計、間隙水圧計、変位計の設置位置を図-1 に示す。

実験は、飽和させた模型地盤を遠心模型実験装置に搭載し、50G の遠心加速度場の下で 20 波の正弦波(100Hz)を加え、設置した計測器機から杭と地盤の挙動を計測した。実験ケースは連壁で補強しない場合(無補強)に加え、非液状化層への根入れ深さが 6cm と 10cm(実地盤換算で 3m と 5m)の連壁で補強した場合の計 3 ケースである。なお、入力加速度は 15G(300gal 相当)とし、模型地盤は実験装置のシステム上、約 1° 傾斜している。

3. 実験結果と考察

全図のスケールは、実地盤に換算してある。図-2 にフーチング部(図-1:A-4)での応答加速度の経時変化を示す。入力加速度に比べ、無補強の場合では 4sec~6sec の範囲で加速度は増加している。これに対し連壁で補強した場合は、非液状化層への根入

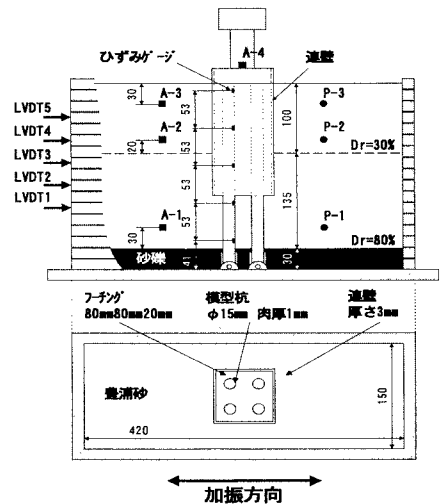


図-1 模型地盤概略

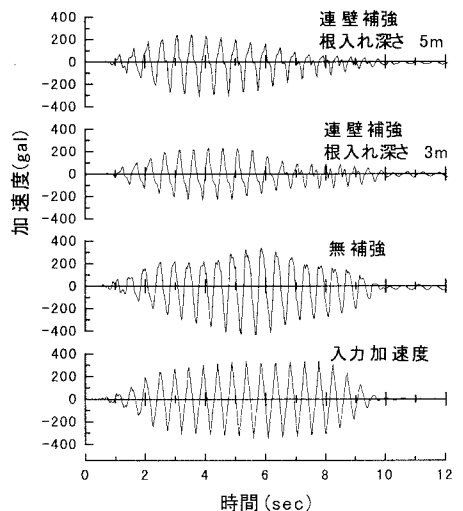


図-2 フーチング部の応答加速度

キーワード：砂地盤，遠心模型実験，液状化，杭，連壁

連絡先：武蔵工業大学 工学部 地盤工学研究室 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL & FAX 03-5707-2202

れ深さによらず 5sec 付近から減少する傾向にある。

図-3 に杭に生じる曲げモーメントの深度分布の経時変化を調べたものを示す。地盤内の応答加速度、間隙水圧および地盤の変位から液状化層厚を判断した結果、2sec, 6sec, 8sec における液状化層厚は、それぞれ 1.5m, 4m, 10m と推定された。

深さ方向に生じる曲げモーメントの最大値は、無補強、連壁補強のいずれの場合についても液状化の進行に伴い増加している。

次に、杭頭部における曲げモーメントの比較を行う。無補強の場合では、液状化の進行に伴って杭頭部の曲げモーメントは大きくなり、最大で約 $500\text{kN}\cdot\text{m}$ の曲げモーメントが生じている。また加振終了後の (d) 12sec においても、残留曲げモーメントは約 $400\text{kN}\cdot\text{m}$ となっている。これに対し連壁で補強した場合は、液状化が進行しても生じる曲げモーメントの大きさは、ほぼ $100\sim 200\text{kN}\cdot\text{m}$ の大きさを示しており、連壁による杭頭の曲げモーメントの低減効果が確認できる。また、根入れ深さが 3m と 5m では 3m の方が若干小さな曲げモーメントを示しているが、ほぼ同じ値と見なすことができ連壁の根入れ深さによる大きな違いは確認されなかった。

地盤深さ方向での曲げモーメントの違いは、(a) 2sec においては大きな曲げモーメントの変化は見られないが、深さ 4m まで液状化した (b) 6sec では、無補強の場合において地盤深さ 8m の位置に大きな曲げモーメントが生じている。連壁で補強した場合についても深さ 8m での曲げモーメントは大きくなるが、無補強に比べるとその値は小さく、その低減効果は根入れが深い方が大きい。さらに、非液状化層も約 5m (液状化層と合わせて 10m) 液状化した時 (c) 8sec では無補強時の地盤深さ 2.7, 8m で、それぞれ約 $400\text{kN}\cdot\text{m}$, $300\text{kN}\cdot\text{m}$ の曲げモーメントを生じた。一方、連壁で補強した場合は、どの深さにおいても無補強よりも小さな曲げモーメントを示している。特に根入れ深さが 5m の場合においては、深さ 8m での曲げモーメントがほとんど発生せず、地盤の深い位置まで補強できていることがうかがえる。この事は、連壁により杭基礎を補強する場合の根入れ深さの重要性を示唆している。

加振終了後に生じる残留曲げモーメント (d) 12sec についても、無補強に比べ連壁で補強した方が小さく抑えられており、その低減効果は連壁の根入れが深いほどより顕著に表れている。

4. まとめ

杭の耐震補強の方法として杭周囲に連壁を構築する方法を提案し、その防止対策を用いた動的遠心模型実験を行なった。その結果、連壁で補強した場合には、杭頭および地盤中の杭の曲げモーメントを低減させる事が確認された。また曲げモーメントの低減効果は、連壁の非液状化層への根入れ深さが深いほど大きくなる事が分かった。

【謝辞】

本実験を行うにあたり、労働省産業安全研究所の堀井 宣幸氏、豊澤 康男氏、玉手 聡氏に多大な援助と御指導を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

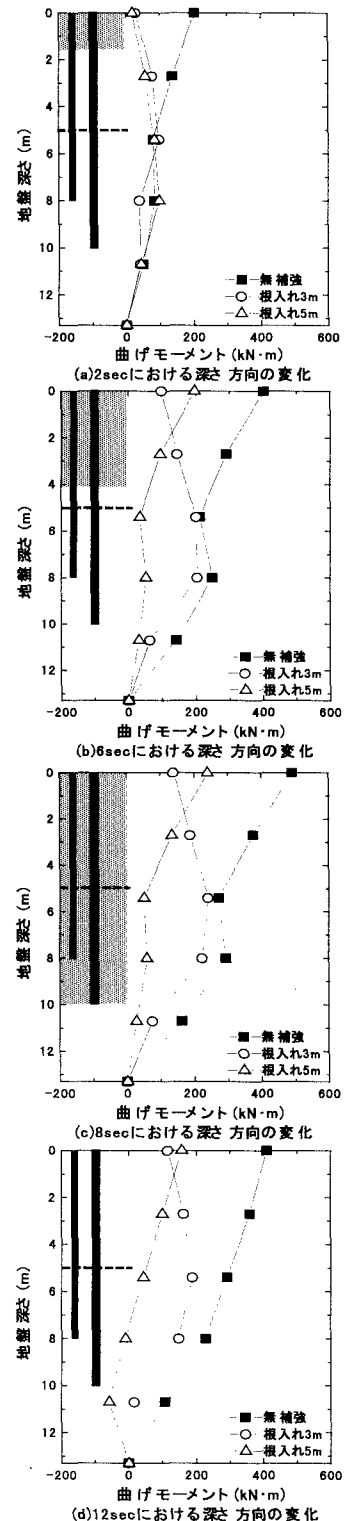


図-3 深さ方向の曲げモーメントの変化