

I - 9

鋼管杭基礎の終局限界状態の向上に関する実験

八戸工業大学 学生員○松田 秀高

正会員 塩井 幸武

正会員 長谷川 明

1. はじめに

鋼管杭基礎は支持力、変形性能、施工性などに優れた特性を持つ基礎工法で、幅広い分野にわたって長く利用されている。土木の構造物の設計方法は許容応力度法から限界状態設計法への移行が進みつつある。現在の設計法では、鋼材の変形追従性を最大限に利用しがたいという課題ある。一方、阪神淡路大震災では、高速道路やビルなど多くの構造物が崩壊するという被害があった。いくつかの壊滅的な被災例から、鋼構造物の決定的な損壊を防ぐためには挫屈を終局限界状態を鋼材の破断強度の付近まで持続させることが求められる。鋼構造物として鋼管杭基礎も、終局限界状態まで耐えられるような耐震技術開発のため、一連の水平繰返し載荷試験を行なった。その試験概要と試験結果について報告する。

2. 試験方法

図-1に示した上下をフーチングで固定した4本の鋼管杭（1/3模型）の試験体に水平、鉛直荷重を同時に作用させる。

鋼管は全長2m、杭径（D）216.3mmで、試験体は次の4体である。

- ①コンクリート中詰め無し（以下、中詰め無し）
- ②全長にわたる中詰めコンクリート（以下、全長中詰め）
- ③杭頭から杭径の3倍の長さのコンクリート中詰め（以下、3D中詰め）
- ④杭頭から杭径の長さのコンクリート中詰め（以下、1D中詰め）

試験は、鉛直荷重60tfをかけたまま、中詰め無の降伏変位 δy （5.26mm）を基準に $2\delta y$ 、 $3\delta y$ 、 $5\delta y$ 、 $8\delta y$ 、 $10\delta y$ 、 $15\delta y$ の変位を生じる荷重を終局限界状態として正負交番で繰返し3回ずつそれぞれの試験体にかけた。最後は写真-1に示すように50 δy に相当する変位まで一方向載荷を行なった。

3. 実験結果と考察

繰返し載荷試験による荷重と変位の関係を図-2～5に示す。

図-2より、全体の試験の基準となる中詰め無では、荷重変位曲線は $3\delta y$ まではほとんど直線的に挙動している。 $5\delta y$ からはヒステリシスループを描くようになり、全体の剛性も下がり始める傾向となり、 $8\delta y$ では鋼管に挫屈の兆候もあらわれた。一方向載荷では、水平変位13cm付近の荷重変位曲線と $8\delta y$ の頂点を結ぶとヒステリシスループ外側包絡線が負の勾配となり、鋼管柱の耐力の劣化が明らかとなった。

全長中詰めは図-3より、 δy の段階で、中詰め無の $2\delta y$ に相当す

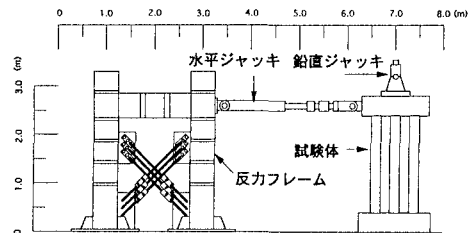


図1 実験全体の概要

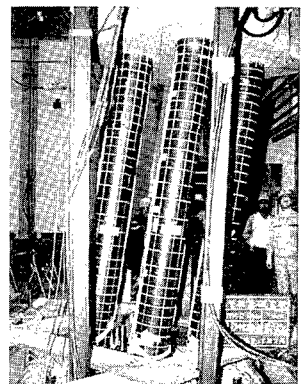


写真-1 一方向載荷最大変位時の鋼管の状況

る荷重となり、全長中詰の弾性域での剛性は約2倍と
いうことができる。2 δy 、3 δy 、5 δy では中詰無の
3 δy 、5 δy 、8 δy に相当する荷重となり、相対的
に剛性は低下しながらも中詰無の約1.2～1.5倍
の値を保っている。ヒステリシスループは2 δy から見ら
れ、次第に大きなループを描くようになった。8 δy か
らは鋼管に局部挫屈の兆候が見られるとともに耐荷力の
頭打ち、繰返しによる耐荷力の低下が現れた。一方向載
荷は26 cmまで行ない、荷重の増加も低下もない塑性
状態で明らかに中詰めコンクリートの効果が現れた結果
となった。

3 D中詰は図-4より、耐力でも剛性でも中詰無と全
長中詰の中間的な挙動を示している。すなわち2 δy ま
ではほとんど直線的に挙動し、3 δy ではわずかに剛性の
低下とヒステリシスループを示している。これは変位
が鋼管柱の空洞部の変形に影響されたものと考えられる。
8 δy では鋼管柱底部に挫屈の兆候が見られ、繰返しに
よる荷重の低下が現れはじめ、耐荷力の方は頭打ちにな
った。一方向載荷は25 cmまで行ない、全長中詰とほぼ
同じ効果が現れた。

1 D中詰は図-5より、8 δy までは図-2の中詰無
とほとんど同じ挙動を示しており、中詰めコンクリート
の効果は現れていない。8 δy では鋼管底部に局部挫屈
の兆候が見られる。10 δy からは強制変形の繰り返しの
度に荷重は低下しているものの、中詰無と比較すると
その量ははるかに小さなものとなっている。ヒステリシ
スループは比較的に安定し、その包絡線の負の勾配は緩
やかなものであった。最後に一方向載荷を26 cmまで
行なった所、ヒステリシスループの形状は3 D中詰に似
かよったものになった。

4. おわりに

今回の実験結果は、今年8月に予定の道路橋示方書の
改定作業の参考データとされるものである。実験結果に
おいて、中詰無の終局水平耐力は約5 cmであるのに対
して、全長中詰と3 D中詰は約25 cmと大幅に耐力が
向上することが証明された。また、1 D中詰も8 δy 以
降の終局限界状態に対して、大きな効果を発揮している
ことが判明した。しかし、全長中詰は工事費用が大きい
という問題があり採用は難しいと考えられる。現在の道
路橋示方書で算定される降伏時の変位量は、本試験体で
0.5 cmであるが、それを現在の約8倍に設定すると
すれば、鋼管杭の1 Dから3 Dの間の杭頭中詰めコン
クリートが必要になると予想される。

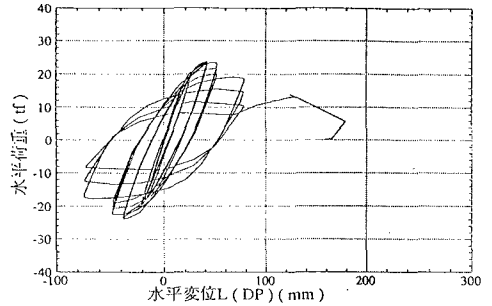


図-2 水平荷重と水平変位の関係 中詰無 : 実験全体の履歴

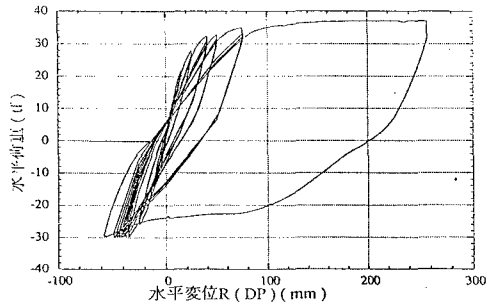


図-3 水平荷重と水平変位の関係 全長中詰 : 実験全体の履歴

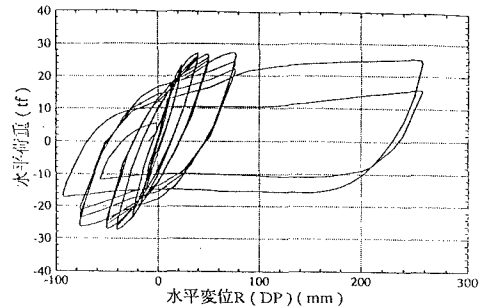


図-4 水平荷重と水平変位の関係 3 D中詰 : 実験全体の履歴

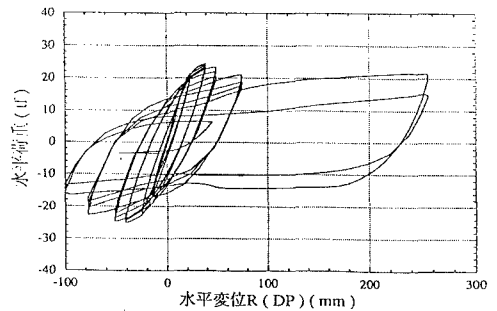


図-5 水平荷重と水平変位の関係 1 D中詰 : 実験全体の履歴