

I-242 杭頭ヒンジ結合の模型実験

北海道開発局開発土木研究所 正員 山内 敏夫
 北海道開発局開発土木研究所 正員 桜田 昌之
 国際協力事業団 正員 本名 一夫

1. まえがき

杭とフーチングの結合の設計法としては、剛結とヒンジ結合があり、一般的に剛結が用いられる。この理由として、ヒンジ結合では変位が大きいく、完全なヒンジとして挙動する結合は不可能である、等が挙げられる。しかし、ヒンジ結合には剛結に比較して杭本数を減ずることができるという利点があるため、簡易で水平力の小さな構造物への適用を目的として、各種のヒンジ結合模型を製作し、杭頭部の回転性能を調べた。その結果、直筋タイプによるヒンジ結合の有効性が認められたので以下報告する。

2. 実験概要

ヒンジ結合において、杭の結合を保持する為には、現場での打込精度からみて、10cm程度の埋込みが必要となる。この埋込み部が杭の回転を阻害するため、完全なヒンジとはなりえず、実験の構造物においては押込側の杭の反力が増加する。しかし、反力増加は結合部の回転性を高めることにより減少が可能と考え、結合部の構造細目を変化させた供試体を製作し、回転性を調べるための実験を行った。結合部の構造細目は図-1のようになっており、結合鉄筋のないタイプ、メナーゼ筋タイプ、直筋タイプ及び挙動を比較するため、剛結A方法の供試体も製作した。メナーゼタイプは杭頭において、回転がとれるように厚さ30mmのクッション材（発泡スチロール）を挿入したものである。直筋タイプは鉛直反力に対するコンクリートの支圧部を残したもので、両サイドにクッション材を挿入して回転性の向上を図っている。両タイプとも杭とフーチングの摩擦をカットするため、杭の周囲に樹脂テープを巻き付けた。せん断力に対しては、ヒンジ鉄筋が抵抗するとして配筋を決定した。

3. 実験結果

杭頭部における作用曲げモーメントと回転角の関係を図-2に示す。引抜側の杭を想定した実験結果（鉛直荷重 $V = 0 \text{ ton} \cdot \text{f}$ ）から、結合鉄筋のないタイプにおいて曲げモーメントが小さいときの剛性が大きいことがわかる。回転性が良いのはメナーゼ筋タイプであるが、鉛直反力に対する支持力が不足しており、モデルの擁壁では約5mmのフーチングの沈下が予想される（図-3）。押込み側の杭を想定した実験（鉛直荷重 $V = 20 \text{ ton} \cdot \text{f}$ ）では、直筋タイプの回転性が最も良い。メナーゼ筋タイプの回転剛性が高いのは鉛直力によりメナーゼ筋が降伏し沈下が大きくなったためと考えられる。

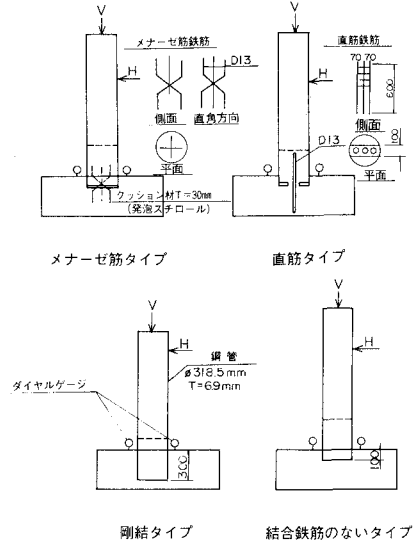


図-1 結合部の構造細目

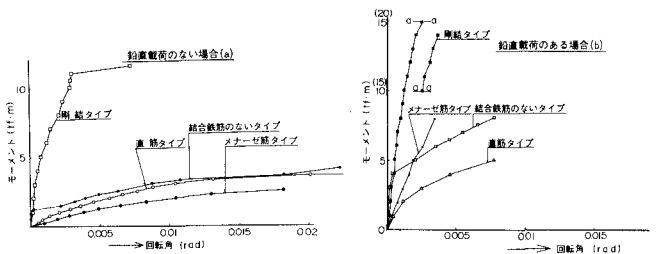


図-2 曲げモーメントと回転角の関係図

以上より、鉛直荷重の有無にかかわらず曲げモーメントに対して比較的スムーズに回転し、支圧部を有するため沈下の問題のない直筋タイプがヒンジ結合として望ましいと言える。

4. 解析

解析は図-4の様な2次元のバネ支持モデル^{3) 4)}により行った。杭は弾性状態を保つものとし、ベースコンクリートとの結合は非線形バネで与えた。支持バネは図-5の様な非線形挙動をなすとしコンクリートや鉄筋の図-3

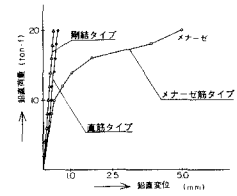


図-3 鉛直荷重と鉛直変位関係図

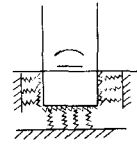


図-4 バネ支持モデル

5. 計算例

想定したモデル擁壁と変位法による計算結果を図-7及び表-1に示す。計算では擁壁10m当たり剛結では、杭本数が14本必要となるのに対して、完全ヒンジ結合は10本となった。そこで、直結タイプの実験結果から回転バネを算出し、変位法²⁾により押込側の杭の反力増加を照査した。反力の増加により杭頭の回転バネ剛性が増すことが予想され、実験結果から得られた $V=20\text{ ton} \cdot f$ と $V=0\text{ ton} \cdot f$ のデータの線形補間を行いトライアル計算により反力を算出した。その結果、 $5 \times 2=10$ 本の配列では押込側の杭反力は $P=17.0\text{ ton} \cdot f$ となり許容支持力 $P_a=15.9\text{ ton} \cdot f$ を超過するが、 $6 \times 2=12$ 本配列とすると反力は $P=14.25\text{ ton} \cdot f$ となるので許容支持力内に収まる。従って、本報告で提唱した直筋タイプによるヒンジ結合を前述の擁壁に適用すると、剛結に比較し延長10m当り、杭本数を2本節約できることになり、経済的である。図-6

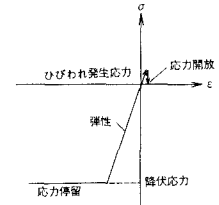


図-5 支持バネの挙動

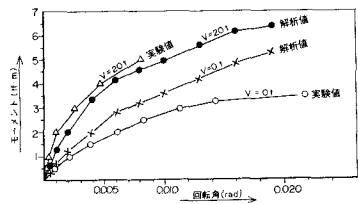


図-6 直筋タイプのモーメントと回転角関係図

5. あとがき

実験結果および反力の照査から簡易な構造物に対する直筋タイプによるヒンジ結合の有効性が明らかになった。今後は、構造物の適用範囲、杭径と回転性との関係などについて、さらに検討を加えるとともに実際の構造物における試験調査も行いたい。

< 参考文献 >

- 1) 日本道路協会：杭基礎設計便覧 丸善、昭和61年1月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書（I 共通編、IV 下部構造編）、同解説、丸善、昭和55年5月
- 3) 田中博明、根岸正充：鋼管杭の杭頭処理法と挙動 昭和63年2月 土質工学会北海道支部技術報告会
- 4) 岡村、島田：3次元弾性問題の数値解法とその応用

土木学会論文報告集、第199号、1972-3

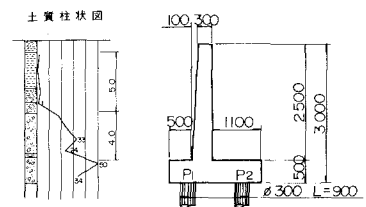


図-7 モデル擁壁

表-1 モデル擁壁の計算値

	杭頭剛結の場合	杭頭ヒンジの場合
作用外力		
V (t)	111.965	111.965
H (t)	37.000	37.000
M (t-m)	24.236	24.236
Pmax (t)	15.35	15.24
杭反力		
Pmin (t)	0.64	7.16
Ph (t)	2.64	3.70
MT (t-m)	2.68	0
水平変位 (mm)	6.5	15.6
許容値		
支持力 (t)	15.9	15.9
水平変位 (mm)	10	—