

プレボーリングモルタルH鋼杭の支持力評価（その3：曲げ試験による検証）

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○磯野純治 正会員 中村ひとみ
 正会員 稲熊 弘 正会員 安原真人
 財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡英俊 正会員 白仁田和久

1. はじめに

プレボーリング工法におけるモルタルH鋼杭は、線路上空桁架設構造物におけるベント基礎として、施工性の観点から有効な工法である。しかし、プレボーリング工法は鉄道構造物の設計基準¹⁾において特殊な施工方法として位置付けられており、定量的な設計手法は確立されていない。そこで筆者らは、モルタルH鋼杭の支持力特性を評価するための鉛直载荷試験およびH形鋼とモルタルの付着特性を把握するための付着試験を実施し、鉛直支持力に対する評価を行った^{2),3)}。また、ベント基礎は地震時の照査等において水平力を考慮することから、杭に曲げ応力が発生することになる。そこで本研究では、モルタルH鋼杭が曲げ応力を受けた場合においても先般評価した支持力特性を維持する必要があることから、曲げ試験を行い、モルタルおよびH鋼の損傷状況から支持力特性に与える影響について検討した。

2. 試験概要

試験概要を図1に示す。試験は、鉛直に立てた塩ビパイプ（型枠内）にH形鋼（100×100×6×8）を建て込み、気中にてモルタルを打設した試験体を用いて、4点载荷を実施した。試験ケースは、モルタル外径をパラメータとした表1のケースである。なお、φ200については载荷方向をH形鋼の強軸、弱軸方向の2ケースとし計5ケースの载荷を実施した。

H形鋼単体であるCase1は、H形鋼が降伏するまでは最外縁ひずみが 250μ の整数倍を片側振幅で繰返し漸増载荷し、降伏点以降は、降伏変位の整数倍で漸増载荷した。モルタルH鋼杭を模擬した試験体であるCase2～5については、H形鋼の降伏ひずみの半分である 750μ 時の曲げモーメントと同程度となる荷重の整数倍で漸増载荷し、降伏点確認後はCase1と同様に降伏変位の整数倍で $5\delta_y$ まで漸増载荷した。なお、各ステップは最大荷重载荷時において1分間保持した後に

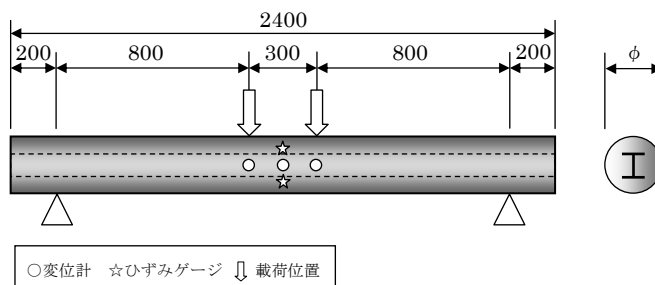


図1 試験概要

表1 試験ケース

Case	芯材	杭径(mm)	载荷方向	備考
1	H100	—	強軸	ひずみ測定
2	H100	φ200	強軸	ひずみ測定
3	H100	φ200	弱軸	
4	H100	φ150	強軸	
5	H100	φ250	強軸	

除荷を行った。

評価は、荷重－変位関係および各ステップの除荷終了毎に、試験体のひび割れを観測することで行った。また、Case1, 2については、H形鋼の上下フランジ中央にひずみゲージを設置し、H形鋼単体の場合とモルタルH鋼杭との荷重－ひずみ関係を比較した。

3. 試験結果

Case1の荷重－変位関係を図2に荷重－ひずみ関係を図3に示す。降伏荷重は約42kNで径間中央の鉛直変位は10mmである。また、下フランジに設置したひずみゲージより降伏時のひずみは 1500μ であった。Case2～5の荷重－変位関係を図4に示す。図は各载荷ステップの最大荷重をプロットしたものである。Case2～5に関しては支点部の局所的な圧壊を防止するために設置したゴムの圧縮の影響により若干初期変位が大きく発生している。最大荷重に関しては、φ150のCase4が68kNに対してφ250のCase5が110kNとなり、当然ながらモルタル径が大きくなるにつれて大きな

キーワード プレボーリング工法, モルタルH鋼杭, ベント基礎, 支持力, 曲げ試験

連絡先 〒450-6101 名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道(株) TEL052-564-1724

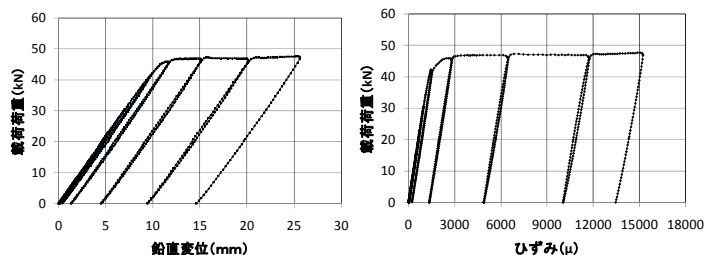


図2 荷重－変位関係

(Case1: H形鋼単体)

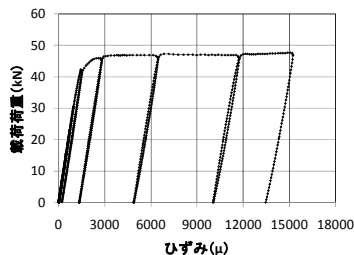


図3 荷重－ひずみ関係

(Case1: H形鋼単体)

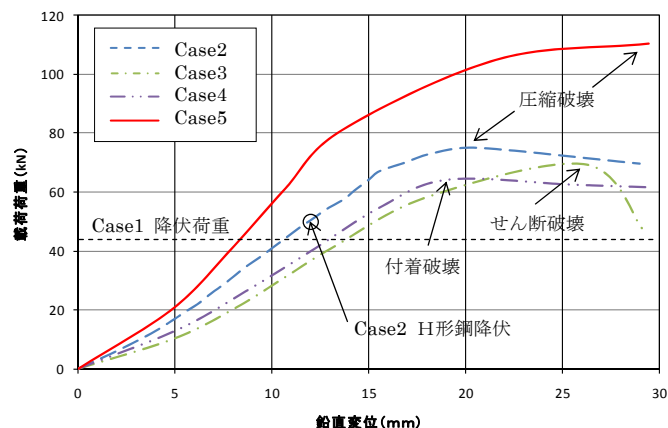


図4 荷重－変位関係 (Case2～5)

っている。また、Case2 の下フランジのひずみゲージがH形鋼の降伏ひずみ相当 (1500μ) に達した荷重は50kNであり、杭体の曲げ耐力も向上することを確認した。各ケースともH形鋼の降伏荷重時においてモルタルにはヘアークラック程度の損傷しか発生しておらず、この時点で杭の支持力特性に大きな影響を与えることはないと考えられる。

各ケースの最終的な破壊形態は Case2 および Case5 がモルタルの圧縮破壊、Case4 がH形鋼のフランジ面とモルタルとの付着破壊であった。Case4 の破壊状況を図5に示す。Case4 に関しては、モルタル径がφ150でありH形鋼との縁端距離が短かったため、試験体製作段階で縁端部のモルタルの充填が不十分になっており、モルタル径全体での一体性が確保できず、載荷に伴い急速に付着破壊が進行したものと考えられる。なお、Case4 と同一諸元の別の試験体については、脱型した段階でフランジ面での付着破壊が生じていたものもあった。Case3 はモルタルがせん断破壊し急激に耐力が減少したが、Case1 程度の耐力は保持していた。これは、H形鋼内のウェブより上のモルタルが圧縮に対して抵抗していたためと考えられる。

4. まとめ

モルタルH鋼杭の曲げ応力を受けた場合における支持力特性への影響を検討するため、モルタル径をパラ



図5 破壊状況 (Case4)

メータに曲げ試験を実施した。なお、ベント基礎の設計は、支持力を確保することが設計上の杭径決定要因となる場合が多いため、杭体の耐力はモルタルを考慮せず芯材のH形鋼断面のみで設計されている。本結果から、H形鋼の降伏荷重までモルタルはほとんど無損傷であったことから、H形鋼の降伏荷重以下で杭体を設計することで、曲げ応力が支持力特性に与える影響は小さいと考えられる。しかし、H形鋼とモルタルの縁端距離が極端に短いとモルタル部の一体性が十分に確保できずに付着破壊が卓越することが確認されたので、H形鋼のサイズに対してモルタル径をある程度大きく確保することが望ましい。モルタル径については、文献3)で検討したH形鋼とモルタルの付着強度も考慮したうえで決定する必要がある。

プレボーリング工法によるモルタルH鋼杭の支持力特性について、鉛直支持力を確認し、H形鋼とモルタルの付着特性および曲げ応力を受けた場合の支持力への影響を検討した。今後はこれらの結果を総合的に評価し、モルタルH鋼杭の構造・施工方法および支持力評価式について検討を行う予定である。

<参考文献>

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物，1997。
- 2) 中村ひとみ，磯野純治，稲熊弘，安原真人，神田政幸，西岡英俊：プレボーリングモルタルH鋼杭の支持力評価（その1：鉛直載荷試験による検証），第65回土木学会年次学術講演会，2010。（投稿中）
- 3) 猪股貴憲，磯野純治，稲熊弘，安原真人，西岡英俊，白仁田和久：プレボーリングモルタルH鋼杭の支持力評価（その2：付着試験による検証），第65回土木学会年次学術講演会，2010。（投稿中）