

# 実規模貫通型落石防護柵支柱模型に関する静荷重載荷実験

勇建設(株)  
(株)砂子組  
室蘭工業大学

正会員 ○林 茂樹  
正会員 近藤 里史  
正会員 小室 雅人

勇建設(株)  
(株)砂子組  
室蘭工業大学

正会員  
正会員  
名誉会員

岡本 淳敏  
佐藤 昌志  
岸 徳光

## 1. はじめに

著者らは、落石防護擁壁天端に設置される防護柵支柱の根入れ深さに関する合理的な設計法を確立することを最終目的に、H形鋼(H100×100×6×8)支柱をコンクリート躯体に貫通させた試験体模型を製作し、静載荷および衝撃荷重載荷実験<sup>1)</sup>を実施してきた。その結果、支柱の必要根入れ深さは落石対策便覧<sup>2)</sup>による算定値よりも大きく評価されること等が明らかになっている。

しかしながら、これらの実験結果は、実支柱のH形鋼(H200×100×5.5×8)よりも小さい断面寸法に対して得られたものであることや、コンクリート躯体が直方体である他、実際と異なる条件下で実施されたものである。

本研究では、これらの課題を踏まえ、実規模落石防護擁壁に実支柱を貫通した試験体模型を製作し、その基礎的な特性の把握を目的に、荷重載荷位置を2種類に変化させた静載荷実験を行った。

## 2. 実験概要

図-1には、試験体の形状寸法を示している。試験体は高さ2m、幅3m、道路側勾配が1:0.4の無筋コンクリート擁壁に、鋼製支柱を貫通させて製作した。実験では、曲げが卓越する場合(PB)と曲げとせん断が連成する場合(PS)を想定し、載荷位置を擁壁天端からそれぞれ1.4m、0.6mの2種類について検討を行った。実験における測定項目は、静荷重、載荷点変位および支柱の軸方向ひずみである。写真-1にはPB試験体の実験状況を示している。

## 3. 実験結果

### 3.1 荷重-変位関係

図-2には、両試験体に関する荷重-変位関係を比較して示している。図中には、各試験体に関する実験結果の降伏時及び最大荷重到達時における荷重および変位、梁理論に基づいた降伏荷重 $P_y$ 、全塑性荷重 $P_p$ を明記して示している。

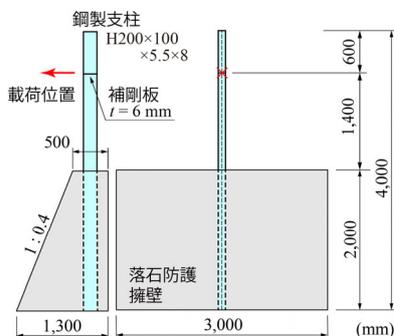


図-1 形状寸法



写真-1 実験風景

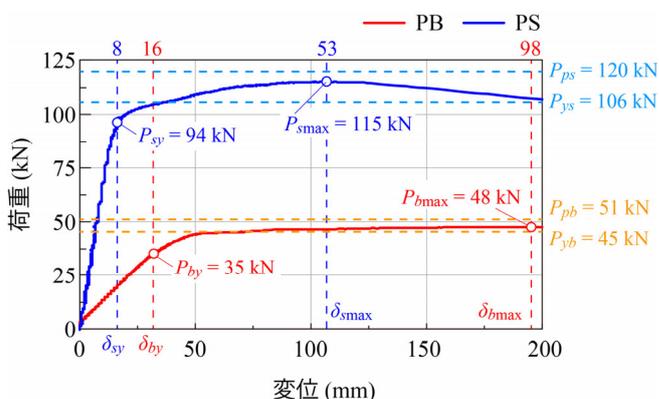


図-2 荷重-変位関係

PB試験体の結果に着目すると、実験結果は梁理論に基づく降伏荷重 $P_{yb}$ に到達する前にフランジ部で降伏が始まり、 $P_{yb}$ に達した段階で荷重がほぼ一定値となり変位のみが増加している。

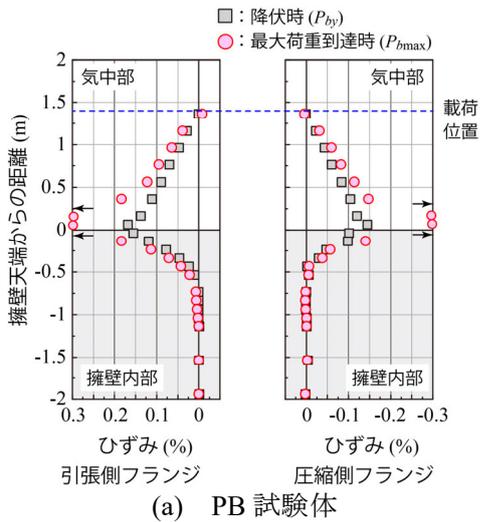
一方、PS試験体の結果を見ると、降伏状態に至る荷重レベルは $P_{ys}$ よりも小さいが、その後変位の増加と共に荷重も増加し、最大荷重は全塑性荷重 $P_{ps}$ よりも5kN程度小さいレベルまで達している。その後変位が150~200mmに達した後、基部に弱軸周りの局部座屈が発生し、荷重が急激に低下している。

### 3.2 各荷重レベルにおける支柱縁ひずみ分布

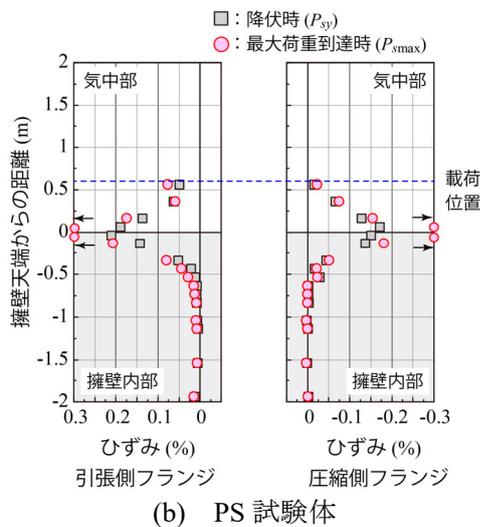
図-3には、図-2に示す降伏時と最大荷重到達時における支柱縁ひずみ分布を、各試験体で比較して示している。(a)図のPB試験体のひずみ分布を見ると、降伏時には気中部は引張・圧縮側共に載荷点から

キーワード 落石防護擁壁, 防護柵支柱, 静載荷実験, 根入れ深さ, 塑性ヒンジ

連絡先 〒060-0006 北海道札幌市中央区北6条西14丁目4番地 勇建設(株) TEL 011-221-0171



(a) PB 試験体



(b) PS 試験体

図-3 各時点における支柱縁ひずみ分布

ほぼ線形状に増加傾向を示している。また、擁壁内部では引張側フランジ部では天端から深さ 0.7 m 近傍、圧縮側フランジ部では 0.5 m 程度で零ひずみまで減少している。

最大荷重到達時のひずみ分布を見ると、気中部は擁壁天端上方に 350 mm、擁壁内部では深さ 150 mm 程度の狭い範囲で降伏に達している。その他の領域では、降伏荷重時のひずみ分布と類似し若干大きなひずみ分布を示している。これより塑性ヒンジは主として気中基部近傍で発生していることが窺われる。

(b)図の PS 試験体に関するひずみ分布を見ると、載荷点から擁壁天端までの距離が 0.6 m と小さいことにより、気中でのひずみの分布勾配が PB 試験体より大きいことが確認できる。また、基部近傍部を除き最大荷重到達時におけるひずみ分布は、引張側フランジにおいては深さ 0.7 m 程度までは降伏時よりも若干大きい性状を示している。降伏領域は PB 試験体



(a) 全体



(b) PB 試験体基部



(c) PS 試験体基部

写真-2 実験終了後における支柱の変形状況

よりも狭く、天端近傍の狭い範囲で塑性ヒンジが発生していることが推察される。定着長を調べると、両フランジ共に 0.7 m 前後の深さとなっている。

以上より本実験結果から静載荷時における支柱の必要定着長は、載荷位置にかかわらず約 0.7 m 程度になることが明らかになった。

### 3.3 実験終了後における支柱気中部の変形状況

写真-2 には実験終了後における両試験体支柱部の変形状況を示している。PB 試験体の変形量は PS 試験体に比べてそれほど著しくはないが、基部近傍に着目すると弱軸方向にも変形していることが確認できる。一方、PS 試験体の場合には、支柱基部近傍で弱軸周りの局部座屈が発生し、載荷方向と共に弱軸方向にも大きく変形していることが分かる。

## 4. まとめ

- 1) 最大荷重は、曲げが卓越する場合には梁理論における降伏荷重程度、曲げと共にせん断が卓越する場合には全塑性荷重より若干小さい程度である。
- 2) 載荷位置にかかわらず、基部に塑性ヒンジが形成されると共に、最終的には弱軸周りの局部座屈によって終局に至る。
- 3) いずれの場合も、擁壁中における支柱の定着長は 0.7 m 程度として評価される。

参考文献：1) 近藤里史，小室雅人，岸徳光，山元康弘，沼田あずさ：載荷点を変化させた貫通型鋼製防護柵支柱模型に関する重錘落下衝撃実験，構造工学論文集，Vol.66A，pp. 963-974，2020。 2) 日本道路協会：落石対策便覧，2017。