

貫通型落石防護柵支柱模型の曲げが卓越する場合における耐衝撃挙動に関する実験的検討

(株)砂子組 正会員 ○近藤 里史

(株)砂子組 正会員 山元 康弘

(株)砂子組 正会員 佐藤 昌志

室蘭工業大学 正会員 小室 雅人

室蘭工業大学 名誉会員 岸 徳光

1. はじめに

我が国の山岳部や海岸線道路沿いの急崖斜面には、落石防護擁壁上に防護柵が数多く設置されており、その支柱は無筋コンクリート擁壁中に埋設定着されている。この定着長に関する設計は落対便覧に基づき、支柱の静的耐力と落石による衝撃挙動を静力学に基づいて評価しているのが現状である。しかしながら、落石によって支柱埋設部コンクリートが剥落する場合もあり（写真-1）、現行設計法の妥当性の検証やより合理的な設計法の確立が望まれている。著者らは、防護柵支柱の根入れ深さに関する合理的な設計法の確立を目的に、H100×100×6×8のH形鋼（以後、H100）をコンクリート躯体中に貫通させた試験体に関する重錘落下衝撃実験を実施した。その結果、根入れ深さは便覧に基づいた値よりも大きく評価される傾向にあることが明らかになっている。しかしながら、この支柱模型は実支柱よりも桁高が小さいため、実支柱の場合には必要根入れがさらに大きくなることも懸念される。そのため、本研究では支柱の桁高に関する必要根入れへの影響を明らかにすることを目的に、実構造に供されているH200×100×5.5×8のH形鋼（以後、H200）を用いた場合も考慮して実験を実施し、両者について比較検討を行うこととした。



写真-1 支柱基部の損傷例

2. 実験概要

表-1に試験体一覧を示す。表中、Sは静荷重載荷を、H1は落下高さを1mとする重錘落下衝撃荷重載荷を示している。Z_x、f_yは各H形鋼の値である。重錘は300kg重錘を用いた。また、載荷点位置は曲げが卓越する場合を想定し、基部より800mmの位置とした。

図-1には、各試験体の鉄筋の配筋及び支柱の配置状況を示している。コンクリート躯体は長さ700mm部を架台に固定した。載荷点変位（以後、単に変位）はレーザ式非接触型変位計を用い、支柱のひずみ分布は全長に渡ってウェブ部にひずみゲージを貼付し計測を行った。

表-1 試験体一覧

試験体名	断面係数 Z _x (×10 ³ mm ³)	降伏強度 f _y (MPa)	設定重錘 落下高さ H (m)	実測重錘 落下高さ H' (m)
H100-S	75.6	354	-	-
H100-H1			1	1.04
H200-S	181	358	-	-
H200-H1			1	1.01

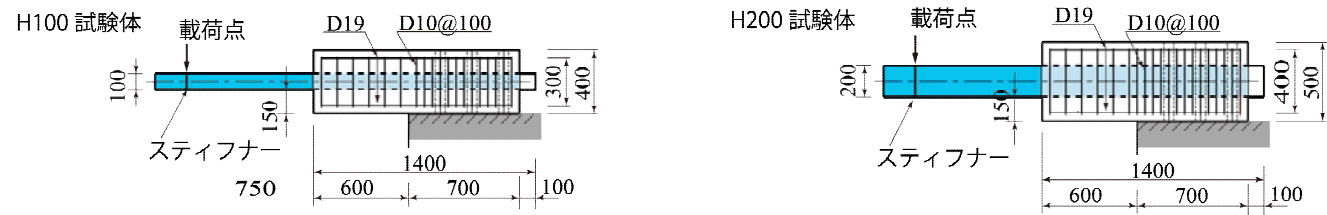


図-1 試験体の形状寸法

キーワード 落石防護柵，支柱基部根入れ深さ，静荷重載荷，衝撃荷重載荷

連絡先 〒079-0394 空知郡奈井江町字チャシュナイ 987 番地 10 (株) 砂子組 TEL 0125-65-2326

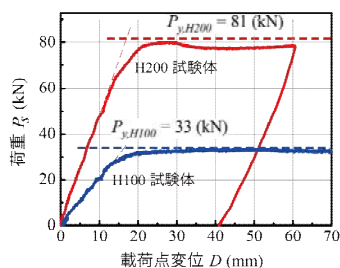


図-2 静荷重時荷重-変位関係

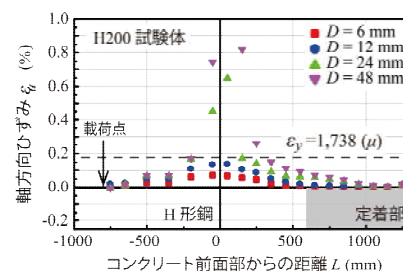
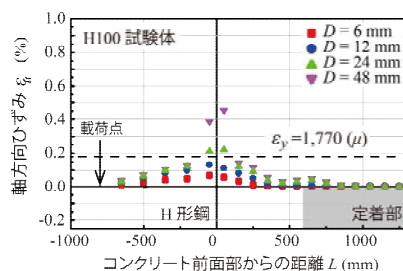


図-3 静荷重時の支柱上縁ひずみ分布

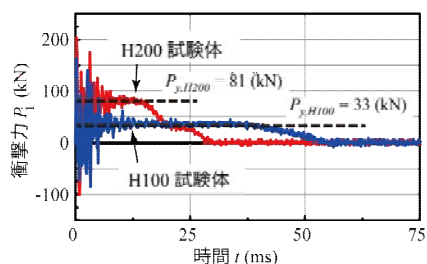


図-4 衝撃荷重載荷時の応答波形

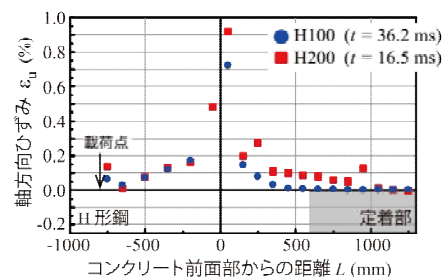
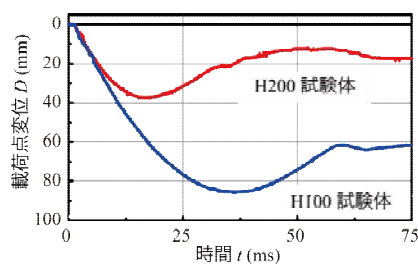


図-5 最大変位発生時ひずみ分布

3. 実験結果

図-2, 3 には静荷重載荷時の荷重-変位関係及び各変位時の支柱上縁軸方向ひずみ分布を示している。図中、 $P_{y, H100}$ 、 $P_{y, H200}$ は躯体基部前面（以後、単に基部）を固定とする梁理論に基づく降伏荷重値である。図より、いずれの試験体も降伏荷重近傍まで達しほぼ一定値で推移していることが分かる。これより、基部近傍で塑性ヒンジが形成されていることが推察される。しかしながら、塑性ヒンジ荷重には至っていない。これは、基部近傍コンクリートが損傷したことによるものと推察される。図-3 の支柱上縁軸方向ひずみ分布より、いずれの場合も最大ひずみは躯体内部で発生していることが確認できる。各試験体でひずみが零レベルに漸近する位置を確認すると、H100 の場合には基部から 500 mm 程度、H200 の場合には 1,000 mm 程度である。H200 の場合に大きいのは、曲げ剛性が大きいことにより、躯体の損傷が大きくなったことによるものと推察される。

図-4, 5 には衝撃荷重載荷時の応答波形および最大変位到達時の支柱上縁ひずみの軸方向分布を示している。図-4 より、衝撃力波形からは、両試験体共に載荷初期に音波等による高周波振動成分が励起しているが、その後静的な降伏荷重程度の一定な振幅を保持し除荷状態に至っていることが分かる。これより、各支柱模型は静荷重載荷時と同様に基部近傍に塑性ヒンジが形成されていることが推察される。荷重継続時間は、H100 の場合が H200 の場合の約 2 倍程度を示している。載荷点距離が両者で等しいことより、H100 の場合における載荷点変位は、H200 の場合に比して 2 倍程度であることが推察され、変位波形と対応している。変位波形を見ると、最大変位到達時間は衝撃荷重が減少傾向を示す時間と対応している。また、荷重除荷後は変位が残留しており、塑性ヒンジが形成されていることが窺われる。

図-5 の軸方向ひずみ分布より、最大ひずみは両試験体で躯体内部で発生しており、アーム長が伸びていることが確認できる。コンクリート躯体中でひずみが零レベルに至る距離を調べると、H100 の場合には 450 mm 程度であるが、H200 の場合には 1,000 mm 程度に達している。これは、静荷重載荷時と同様に H200 の曲げ剛性が大きいことにより躯体がより損傷したことによるものと推察され、かぶり厚の小さいことが懸念される。

4. まとめ

本論文では防護柵支柱の根入れ深さに着目し、支柱 H 形鋼の曲げ剛性が異なる 2 種類の試験体について、曲げが卓越する場合の静荷重及び衝撃荷重載荷実験を実施した。検討の結果、以下の事項が明らかになった。

- 1) 静荷重及び衝撃荷重載荷時共に、いずれの試験体も塑性ヒンジ状態に至る。
- 2) 衝撃荷重載荷時の荷重は、静荷重載荷時と同様に静的な降伏荷重程度の値を示す。
- 3) より信頼性の高い知見を得るためには、かぶりを十分考慮したさらなる検討が必要である。