

腹起しの設計についての考察（ハンマーストラットの場合）

株式会社大林組 正会員 高橋 正登 フェロー 平尾 淳一
 正会員 高野 金幸 正会員 ○佐藤 峻雅
 ジェコス株式会社 正会員 村山 正輝 五十嵐 和希

1. はじめに

切梁火打ち等は、腹起しの設計スパン低減のため一般的に広く採用されている。しかし、切梁火打ちを採用した場合、土留め壁際の直下の掘削時、資機材搬出入時、および躯体構築時の妨げとなるとともに、取付け部材数が多く架設に時間を要するという課題がある（図-1左）。筆者らは、この課題を改善するために、代替構造として「ハンマーストラット」を考案した¹⁾。ハンマーストラットとは、切梁と腹起しの接続間に H 形鋼を腹起しに平行に設置する方式で、取付けが容易で汎用性が高い部材を使用するのが特徴であり（図-1右）、現在まで 1,300 箇所以上の実績がある。ハンマーストラットの開発段階では、実用化を検証するため、三次元 FEM 解析や実大載荷試験などにより適切な設計手法を提案してきた²⁾。

本論文では、ハンマーストラットを使用した腹起しの応力度計測結果から得られた断面力と以下に示す 3 つの設計手法から算出した断面力との対比、考察を報告するものである。

2. 腹起しの設計手法

ハンマーストラットを採用する場合、腹起しの曲げモーメントを照査する設計手法として以下の 3 つが考えられる。

[手法 1] 単純梁解析（指針の火打ちブロックの場合を適用³⁾）

ハンマー部の端部から、部材厚さ h の半分を両側に含む支間長とした単純梁として計算する手法。

[手法 2] 二次元 FRAME 解析

腹起しを連続した梁と考えて、切梁幅の 3 倍の範囲に切梁パネが分散するものとしてモデル化した二次元 FRAME 解析手法。

[手法 3] 三次元弾性 FEM 解析

腹起し・ハンマーストラット・切梁のすべてを実物形状でモデル化した三次元弾性 FEM 解析手法。

3. 計測概要

某立坑(21.6m×6.0m)の腹起しや切梁に設置したひずみゲージ(1箇所あたり2個)により応力度を計測した(長手方向腹起し全長20.8m 切梁間隔5.0m)。図-2にひずみゲージの設置箇所を示す。計測箇所は、切梁と切梁、隅火打ち梁と切梁の各中間部とした。また、支保工部材は切梁、隅火打ち梁 H-300、腹起し H-400 を使用した(加工材)。

上記の条件で得られた計測結果より、曲げモーメントを算出した。

キーワード 土留め支保工, 設計手法, 施工性向上

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 TEL 03-5769-1308

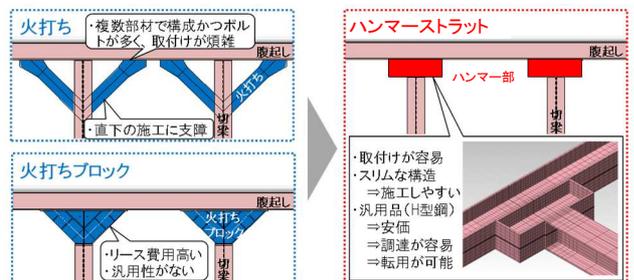
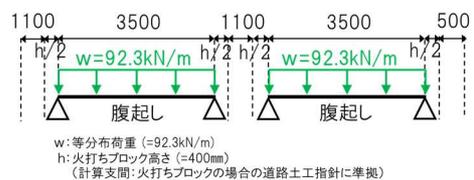
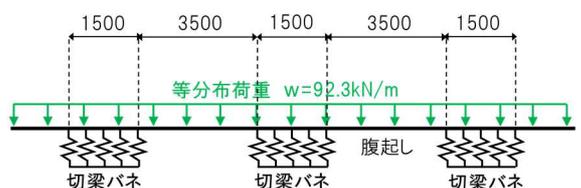


図-1. 従来工法とハンマーストラットの比較(平面図)

[手法 1] 単純梁



[手法 2] 二次元FRAME解析



[手法 3] 三次元弾性FEM解析

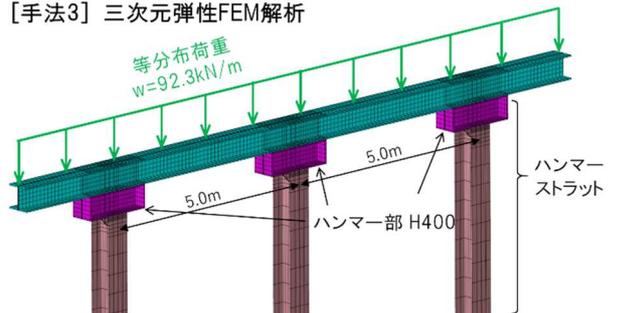


写真1. ハンマーストラット計測状況

4. シミュレーション解析の条件

計測結果から得られる曲げモーメントに対して、手法1～手法3の各手法によるシミュレーション解析を行った。

シミュレーション解析に用いる支保工反力は、⑥の位置で計測した切梁軸力を荷重分担幅で除して得られた値を用いた($w=92.3\text{kN/m}$)。また、手法2のFRAME解析は、隅火打ち梁も含めて立坑全体の半分を対称モデルとして行った。その際、端部の拘束条件は、回転と鉛直方向を固定、水平方向は自由とした(図-3)。当モデルでの曲げモーメントの解析結果を図-4に示す。

5. 計測結果および解析結果

計測結果(青口印)および各手法でのシミュレーション解析結果の比較を図-5に示す。

まず、手法1の現行設計指針を用いた単純梁での曲げモーメント分布を緑破線で示す。当手法では計測結果の約3.3倍～4.9倍程度となっていた。次に手法2の二次元FRAME解析から得られた曲げモーメント分布を橙破線で示す。当手法ではハンマーストラット支間部で計測結果の約1.8倍～2.6倍となっていた。次に、手法3の三次元弾性FEM解析から得られた曲げモーメント分布を赤○印で示す。当手法ではハンマーストラット支間部で計測結果の傾向をもっともよく表現しており、計測結果の約1.2倍～1.8倍となっていた。

6. まとめ

今回の計測結果に対し、FEM解析は実際の腹起しの応力状態を高精度で再現できることが分かった。一方でFRAME解析(手法2)はFEM解析結果より安全側の解析結果であることが確認された。このことから、ある程度の安全性を確保できて、かつ、使い易いFRAME解析での設計手法が妥当であると考えられる。また、従来の単純梁による設計では連続する腹起しの構造特性を反映出来ず、かなり安全側な設計となることが分かった。

部材の重量が小さい、かつ、ボルト締結数も少なく施工性が良いハンマーストラットの需要は増加傾向にあり、今後も現場計測などを積み重ね、より合理的な設計手法の検証を続ける必要があると考えている。生産性向上は業界で取り組む重要な課題であるが、当ハンマーストラットがより合理的な支保工構造として現場作業の改善に貢献できれば筆者らの幸甚とするところである。

【参考文献】

- 1) 吉松ほか: 切梁と腹起しの接合部材に関する検討, 第71回土木学会年次学術講演会, 2016.9
- 2) 高本ほか: 腹起しの載荷実験と設計的検討, 第72回土木学会年次学術講演会, 2017.9
- 3) (社)日本道路協会: 道路土工 仮設構造物指針, P.119, 平成11年3月
- 4) 平尾ほか: 仮設構造物の見直しによる省力化・省人化技術について, 基礎工 pp41-44, 2018年7月号

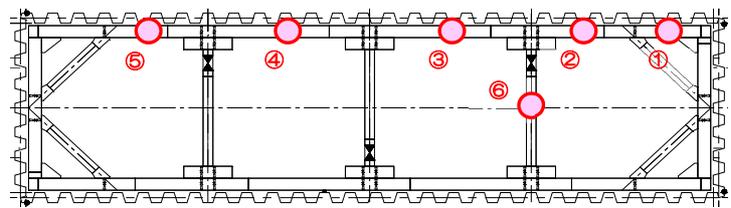


図-2. ひずみ計測位置

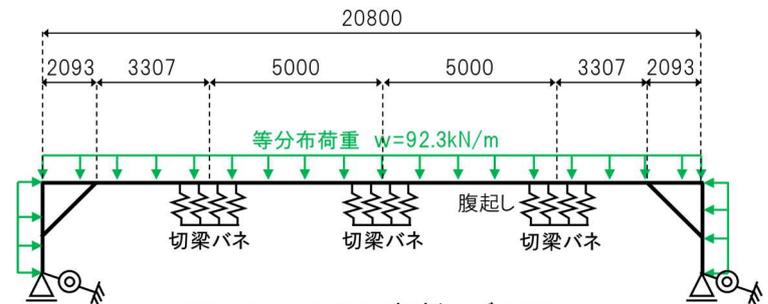


図-3. FRAME解析モデル図

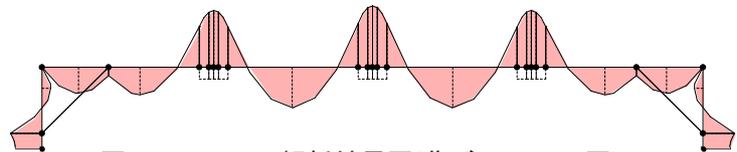


図-4. FRAME解析結果図(曲げモーメント図)

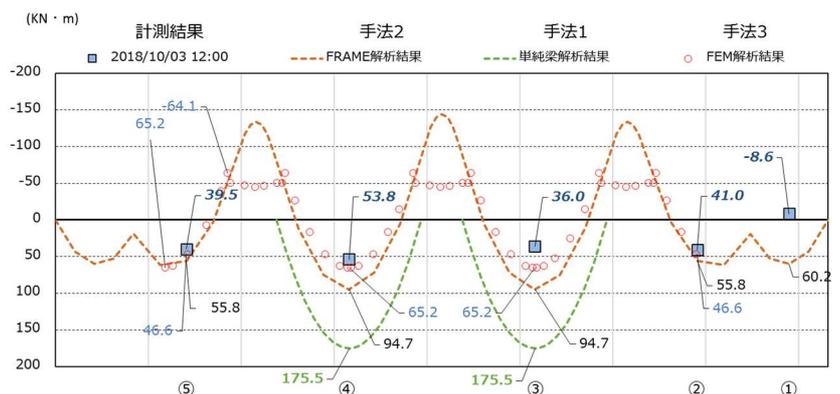


図-5. 計測結果および解析結果(曲げモーメント分布図)