

切梁と腹起しの接合部材に関する検討

大林組 正会員 高橋 正登 フェロー 平尾 淳一
 正会員 今井 淳一郎 正会員 ○吉松 千尋
 ジェコス 正会員 西口 正仁 正会員 松山 積夫

1. はじめに

土留め支保工において通常よく用いられる切梁火打ちは、直下の掘削・躯体構築等の施工に支障し、また取付け手間が煩雑であることから、作業員不足の昨今では簡素化が望まれている(図1)。それを受けて、近年は火打ちブロックが開発・リリースされているが、専業各社により形状が異なり、設計の考え方が統一されていない。

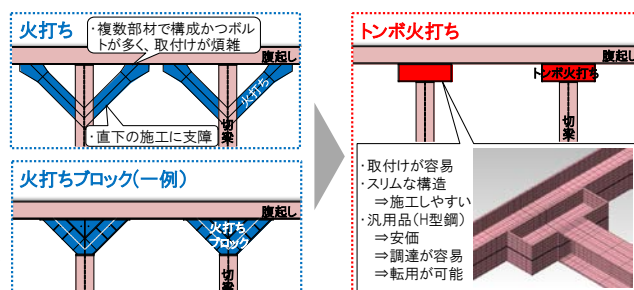


図1. 従来品との比較(平面図)

本文では、通常の切梁火打ちや火打ちブロックに替えて、構造・取付けともにシンプルで汎用性のある「トンボ火打ち（仮称）」を考案し、トンボ火打ちの効果を反映した「腹起し設計法の一手法」と、トンボ火打ちによる「腹起しへの切梁軸力分散効果の確認」を報告する。

2. 腹起し設計手法の検討

(1)検討概要： トンボ火打ちは、切梁の両端にH型鋼(リース材, L=1.5~2.0m程度)を腹起しと平行に設置し、腹起しの発生断面力を減少させる構造である。このトンボ火打ちを採用する場合、腹起しの設計を行う際の対象の曲げモーメントについて、いくつかの手法によって算出し比較することとした。

(2)検討条件： 切梁・腹起し・トンボ火打ちはそれぞれH型鋼(H-500)とし、ダブルの腹起しには100kN/mの等分布荷重を載荷する(図2)。

比較・検討する設計手法は以下の3ケースとする(図3)。

[CASE1] 単純梁(計算支間:火打ちブロックの場合の指針に準拠¹⁾)

[CASE2] 2次元FRAME解析(火打ち範囲に切梁バネを分布)

[CASE3] 3次元FEM解析

(3)設計手法の比較と適用： 現在の腹起しの設計は、道路土工等の指針で定められている[CASE1]の単純梁で行う。しかしこの場合、ほぼ連続する腹起しの構造特性を反映できず、不経済な設計となる。

次に、[CASE2]のように2次元FRAME解析により火打ち範囲を切梁バネで支持したモデルで算出する。この時、バネ支持範囲で大きな負曲げが発生し、設計上の曲げモーメントはこの値となる(図3)。

そして、[CASE3]として3次元FEM解析の結果、[CASE2]に比べて正曲げの値が31%減少、負曲げの値が56%減少となり、検討条件の腹起しには曲げモーメントが生じにくい形状効果がある事も判明した。ただし、腹起し部材の連続性が完全ではないことを考慮すると、[CASE2]の曲げモーメントを採用することで安全性を確保した設計手法であると考ええる。

キーワード 火打ち、土留め支保工、施工性向上、経済性向上

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

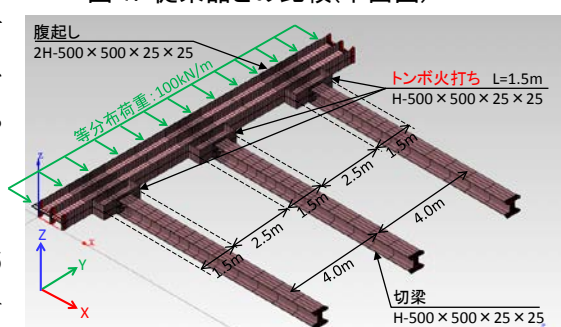


図2. 検討モデル

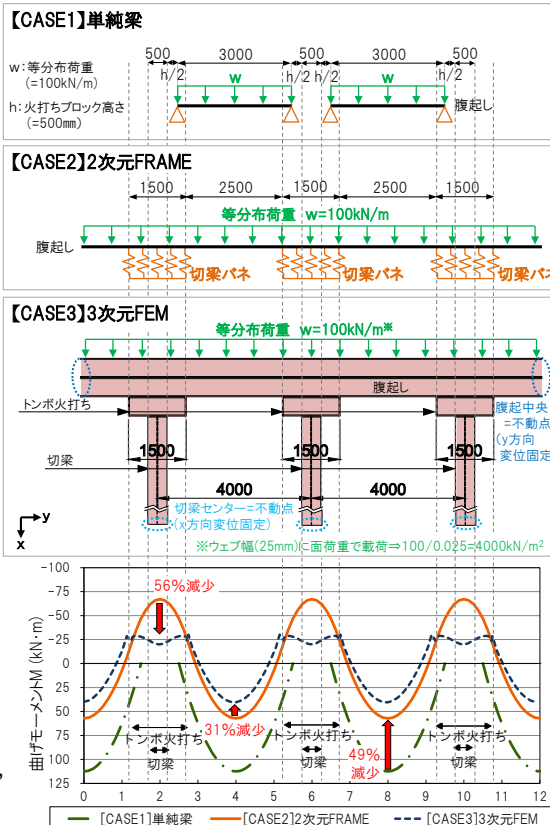


図3. 設計手法による腹起し曲げモーメントの比較

3. トンボ火打ちの耐荷性能確認

(1) 検討概要 : 切梁取付け部には荷重が集中するため、トンボ火打ちおよび腹起しを補剛材により補強する必要がある。3次元FEM解析を用いて最も効果的に荷重を分散できる補剛材の配置を検討し、実際に載荷実験を行ってその解析結果を検証した。

(2) 補剛材の配置検討(3次元FEM解析)

解析条件 : 切梁・腹起し・トンボ火打ちはそれぞれH型钢とし、単位荷重として切梁軸力1000kNを載荷する。

無補強および補剛材の配置を違えた3ケースの、以下計4ケースで解析を行った(図4)。

【1】補強なし / 【2】トンボ火打ちに1か所のみ

【3】トンボ火打ちに1か所・腹起しに2か所

【4】トンボ火打ちに2か所・腹起しに1か所

解析結果 : 【2】のように火打ちを1か所補剛すると、補強のない【1】と比べてトンボ火打ちウェブの発生圧縮応力度が約半分に低減した(図5)。この時、補剛材を介して腹起しに軸力が伝達し、腹起しウェブの圧縮応力度はかえって大きくなった。そのため、【3】【4】のように腹起しにも補剛材を設置したところ、発生圧縮応力度の大きい火打ち内部に補剛材を多く設置した【4】が、最も効率よく軸力を分散できた。

(3) 性能確認実験

実験条件 : 解析結果より、最も荷重分散性に優れた【4】を実験ケースとし、実際に試験体を作製して載荷実験を行った(図6)。

解析と同形状の試験体に、切梁軸力として荷重を載荷する。載荷は変位制御で行い、0.48 mm/min の速度で、荷重-変位関係図(図8)により供試体が降伏点に達したと判断できるまで行う。

実験結果 : 実験後の試験体は火打ちのウェブ上方が広く降伏状態となっており、荷重が広範囲に分散できていることが確認できた(図7)。

また、図8の荷重-変位関係図より、グラフの傾きが変化する降伏点は5250kNであった。これは、トンボ火打ちの耐力(実験値)であり、事前解析の耐力4016kNに対し十分に安全性を確保できることとなった(図9)。

4. まとめ

以上より「トンボ火打ち」の設計手法は、切梁パネをトンボ火打ちの範囲に分布した2次元FRAME解析を用いることで、3次元FEM解析より安全側で、かつその効果を反映した設計となると考えている。また、トンボ火打ち自体も“腹起しへの荷重分散性”という火打ち本来の機能を載荷試験により十分に確保していることを確認した。

トンボ火打ちの部材は汎用品で構成されているため、通常の火打ちや火打ちピースと比較して鋼材重量が減ることで経済性が改善し、調達や転用が容易となる。さらに、構造がスリムなため施工に支障にくく、また腹起しに先付け可能で組立てが容易なため、施工を省力化できる。

今後、各現場にて施工を重ね、経済的で生産性向上に寄与する構造として同種工事の参考となれば幸いである。

参考文献 1) (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

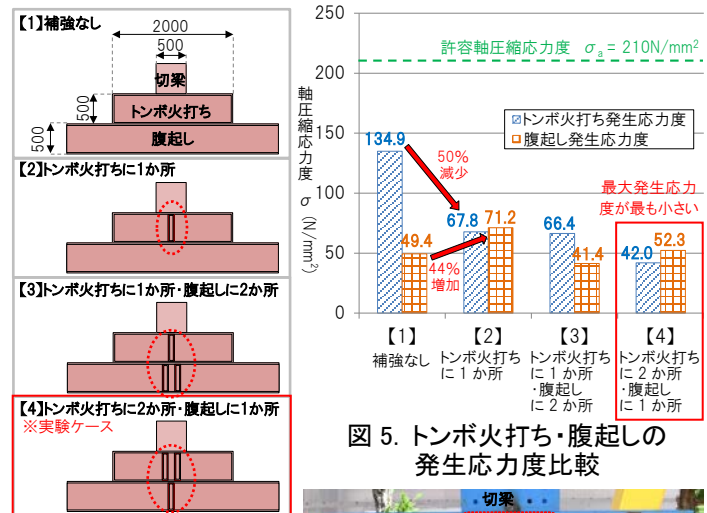


図5. トンボ火打ち・腹起しの発生応力度比較



図6. 載荷試験状況

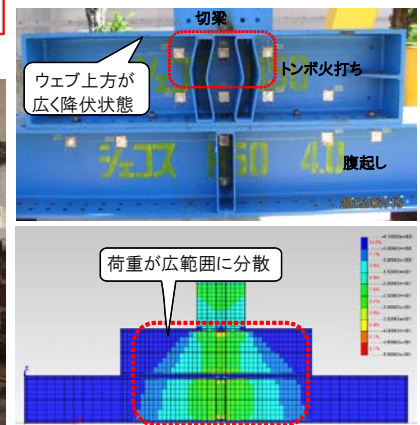
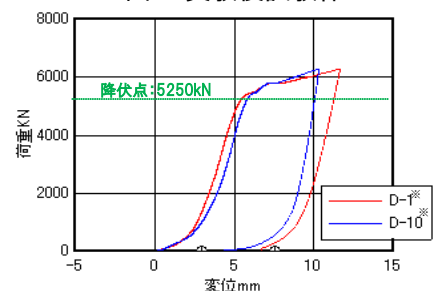


図7. 実験後試験体



※トンボ火打ちウェブ上方の表裏(D-1/D-10)にて変位計測

図8. 荷重-変位関係図

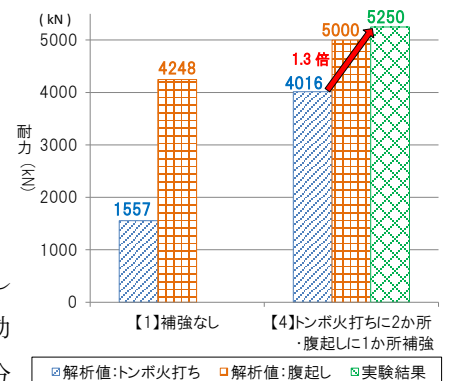


図9. 耐力の比較 (解析値と実験値)