

30mの高さを有する3径間連続曲線桁の解体施工

Dismantling construction of the three spans continuous curved bridge girder with the height of the 30meters

(株)砂子組 ○正会員 野崎 了 (Ryo Nozaki)
 (株)砂子組 正会員 田中 孝宏 (Takahiro Tanaka)
 (株)砂子組 正会員 近藤 里史 (Satoshi Kondo)
 (株)砂子組 正会員 佐藤 昌志 (Masashi Satou)
 (株)森重機工業 非会員 田中 隆幸 (Takayuki Tanaka)

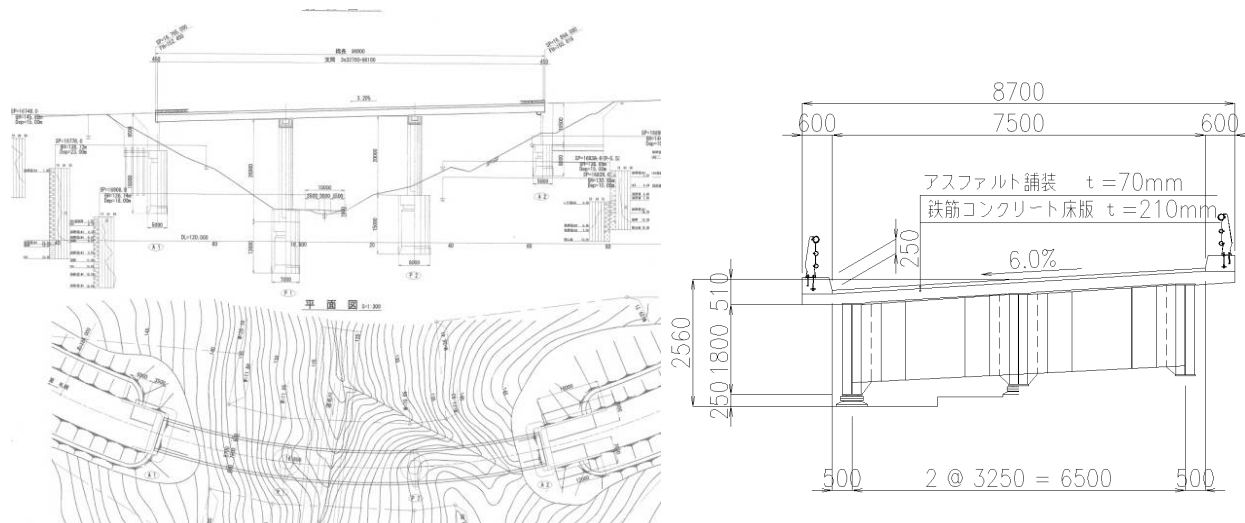


図-1 潮見橋一般図

1 はじめに

旧一般国道231号潮見橋は橋長99mの3径間連続曲線桁橋で、支間割は33m@、曲線 $r=187.250$ 、 184.000 、 180.750 mの3主桁、縦断勾配2.0%、横断片勾配6.0%の橋梁である。(図-1参照)。当該橋梁は別線ルートがトンネルが開通したことから解体することとなったものである。解体順序は、総重量500トンの床版撤去を行った後に鋼橋を解体するものである。

一般的に、橋梁解体は河川橋等では幾つかの例があるが、山岳橋梁すなわち橋脚高さが大きくかつ曲線橋梁の解体事例は調査したが見つからなかった。今回の解体では、

- 1) 床版の解体
- 2) 補剛材の取り付け
- 3) クローラクレーンで大ブロック直吊り空中での桁切断

の順で施工を行った。その際に、切断順序でのステップ解析を行った結果、座屈防止補剛材、重心点位置の精度、吊りロープ、切断時の変位食い違いに留意しないと安全な施工ができないことが判明したことから、学術的論文の一つと考えられ、施工方法の手順、留意事項を主に報告するものである。

2 橋梁の一般的解体方法

日本橋梁建設協会の資料によると、一般的に鋼橋の解体工事は、撤去すべき部材単位に切断する際、主構造に作用している全死荷重を除荷し、無応力状態とする必要があるとされている。一方で架設時は多点支持状態(無

応力状態)において重力の自然作用を利用して(ベントなどの仮支持開放)完成系に移行させるため、どの架設工法を用いても容易に行うことが出来るとされている。

すなわち解体工事においては、外的な力を与えて無応力状態とした上で、主構造を切断・撤去する手順を基本とするため、強制的に不安定な状態に戻すといった特殊性を帯びており、さらには当該橋梁の場合、曲線を有する3径間連続桁で桁下が30m程度あることから容易に無応力状態をつくりにくい。また、部材切断の大きさとフランジ変断面位置が外桁、内桁で異なることから、ある一つの部材を除去した場合残った桁の撓み制御も非常に難しい状況になる特性を有している。日本橋梁建設協会が作成した資料より不安定化のフローチャートを図-2に示した。

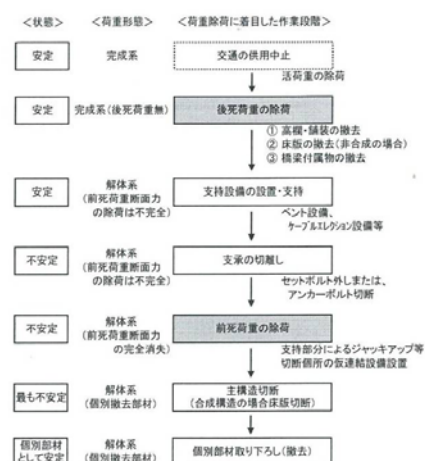


図-2 不安定化のフローチャート

3 床版、および桁の解体

3-1 床版解体

先に述べたとおり床版重量は500トン程度あり橋梁全体の85%になっている。床版解体順序は非合成の桁でも事前に計測で得た結果としては合成桁として機能していることからCase1としてクローラークレーンを利用してコンクリート打設順の逆順で解析する方法、Case2として1スパンを1.5m幅で順次撤去する方法、Case3として中央スパンの1/4点まで撤去した時の応力状態を勘案して順次2スパン目を撤去する方法を検討したが応力状態を勘案して順次順戻しで撤去することとした。撤去の際にはフランジにカッター傷が残らないよう深さを決めてほか、スタッド箇所は人力ブレーカーでジベル幅のみ取り壊しラフタークレーンで吊り上げた。Case1～Case3を図3-1-1,2,3に示した。

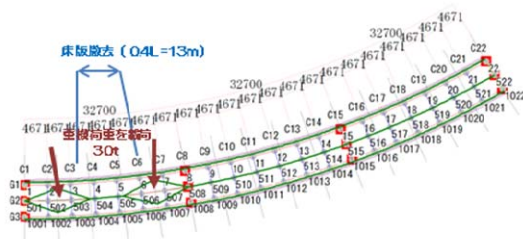


図-3-1-1

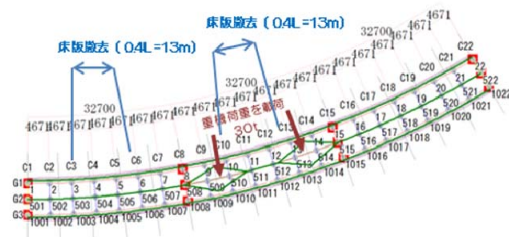


図-3-1-2

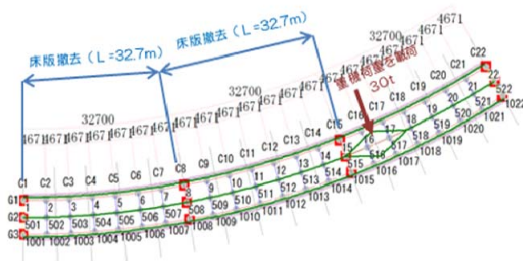


図-3-1-3

3-2 補剛材の取り付け

補剛材は解析の結果から、倒れ防止治具を含め以下の3種類である。

- 1) 座屈防止補剛材
- 2) 転倒防止材 (橋脚上)
- 3) 縦桁を切った後の繋ぎ材 (縦断方向連結材)

3-2-1 座屈防止補剛材

後述するが、ブロックは計算の結果4ブロックとし、そのうち中央径間3桁、側径間に関しては長い方の外桁のみを単桁として吊りあげている。先に述べた様に、当該橋梁は曲線桁で桁高は1.8mであることから桁倒れ座屈等の問題が懸念された。このことから、図3-2に示したとおり角形鋼管200×200 厚さ6mmを横桁上部に溶接、ボルト締めを行った。

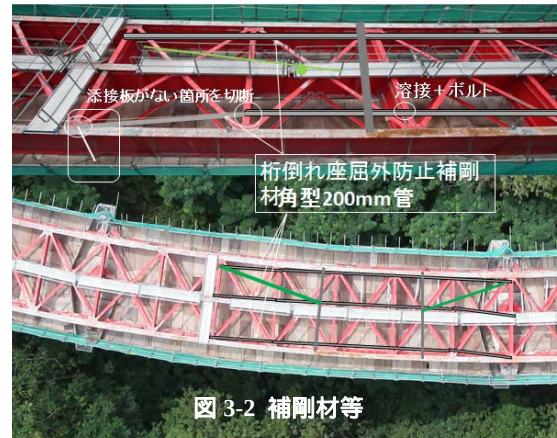


図 3-2 補剛材等

3-2-2 転倒防止材 (橋脚上)

桁の切断前に横桁および対傾構を切断しておかなければならないことから曲線桁であるが故に1スパンでの偏芯モーメントが約4 kN・mかかるため桁の転倒防止に資するように図3-3に示した様桁同士をつなぐスティおよび橋脚上に倒れ防止材を配置した。倒れ防止材は図ではフランジ切り取りを計画していたが実際には取り外しをしている。なお、当該防止材は製作すると時間と費用がかかることから山留め材のコーナー補強材を用いている。

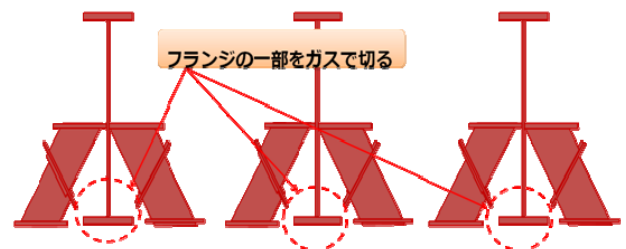


図-3-3 転倒防止材 (橋脚上)

3-2-3 縦桁を切った後の繋ぎ材 (縦断方向連結材)

図3-2に桁の回転に対し吊り上げ時の最後に切断する補助材が繋ぎ材としてのスティである。この補助材は桁の回転抑制も兼ねて設置している。すなわち、吊り上げた桁の重心点に誤差が生じた場合、吊り上げと同時に桁が桁軸を中心回転することが考えられる。このことから、繋ぎ材としてのスティの自重で桁の偏芯回転とは逆の方向に回転するよう計算した。この様に考えることで座屈防止補剛材に圧縮力ではなく引っ張り力が働くことを期待したものである。しかしながら、中央スパンの外桁および内桁を撤去した後は中桁1本のみが残ることから繋ぎ材は使用できない。このため、中桁に関しては図2-2の緑の線で示したように桁の両端をチェーンブロックで繋ぎ、吊り上げ時に緩めて外している

4 桁の吊り上げ

桁の吊り上げ時の制約条件と留意事項を以下に示す。

- 1) 旧道の幅員によって決まるクローラクレーン
- 2) 切断のブロック割
- 3) 空中での切断（切断方法と変位のずれ制御）
- 4) 吊り上げ時の重心点確認と玉掛け

4-1 クローラクレーン

日本橋建設協会では山岳橋梁等は大型クローラクレーン（最大650トン）での一括吊り等を推奨しているが、3種2級の国道であることからキャタピラーの外幅を考慮すると200トンクローラクレーンしか配置できない。このことからブーム長さ64mでカウンターウェイトを91トン積んだ機種を採用した。なお、荷重リミッターは吊る時にロープに付けたロードセルとほぼ合っていた。重心点確認はクローラクレーンブームの吊りフックが直下に見えるカメラで最終確認を行っている。

4-2 切断のブロック割り

吊りブロックはすべてクローラクレーン能力での安全率1.2で使用した。図4-1にブロック割りを示した。最大の課題が中央スパンの外桁長さである。安全率を1.15で行えば全長で吊れるが安全第一でP1から12.2m離れた箇所切断し吊ることとした。吊る順序は、中央スパン外桁20.0m、内桁19.3m、中桁19.7m→中央スパンで残った桁につての順序は同じであるが、内桁および中桁は一括で→側径間部は外桁1スパン全長→内桁、中桁を一括で外している。これらはすべてクローラクレーン能力と座屈長で決まっている。

5) 4-3 空中での切断（切断方法と変位のずれ制御）

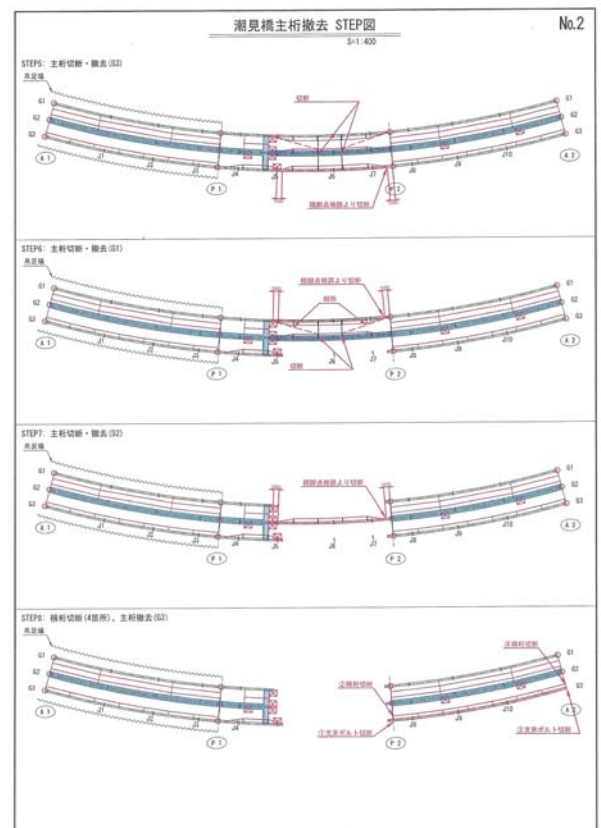
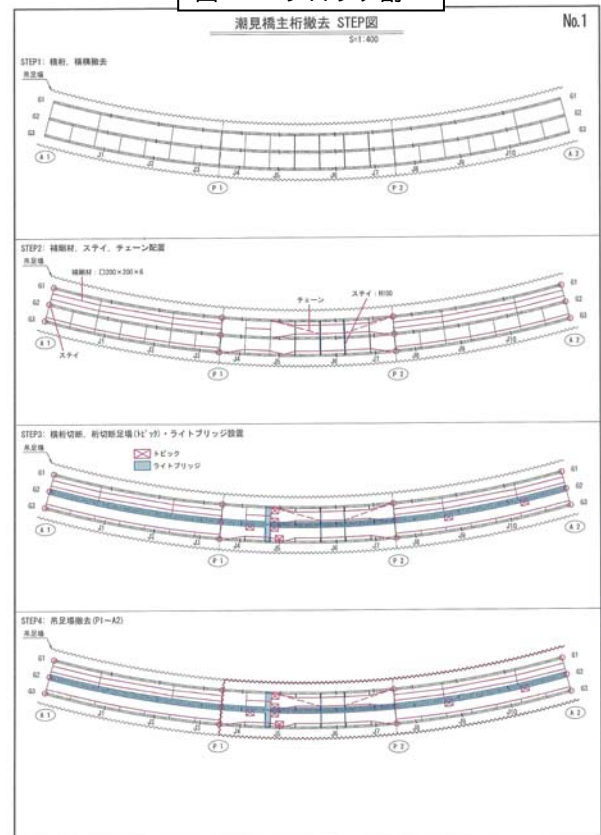
当初計画は、足場なしでの空中切断27箇所であったが、当該橋梁の抱える問題として橋脚高さに対する安全と風による安全から最小限の3カ所でP1から12.2mの箇所とした。写真4-1に切断時の状況を示した。空中切断での課題は切断と同時に残留応力で変位差が生じることである。この変位差を緩和する目的で切断方法を図4-2のとおりとした。計算結果からの食い違い変位量は15mmであったことから図中のバネ付きワッシャーを緩めて跳ね上がり防止を図っている。また、切断に際しては桁が横方向にはずれやすいようガス切断時にウェブに直角でなくある程度の角度を持って切断している。一箇所の

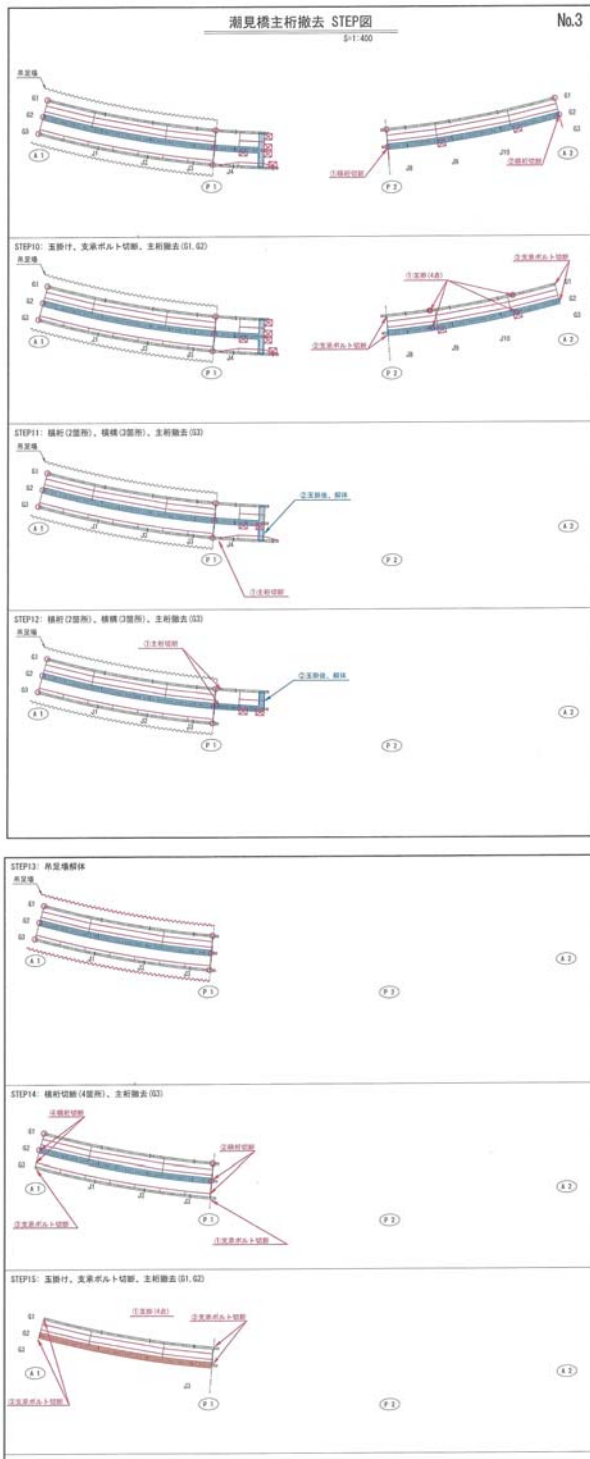


写真-4-1

切断には30分程度かかっていることから当初の27箇所を切断する計画では年内工期では不可能であったことを伺わせる。なお、切断は4-5)に記載する玉掛けが終了後クローラクレーンで重量分を吊りながら行っている。

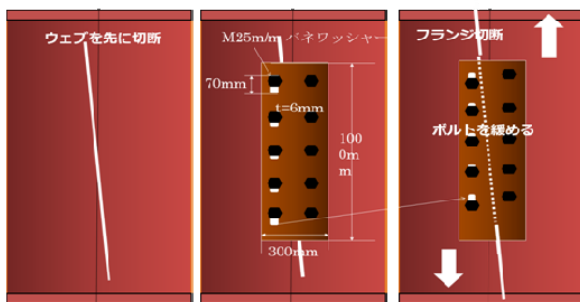
図-4-1 ブロック割





桁の切断手順

フランジのせん断耐力分 変位させてから溶接板切断



収縮 11mm

図 4-2 ウェブ切断順序

5 まとめ

日本橋建設協会の報告書にあるとおり、橋梁解体は不安定状態が続く中での作業である。一般的に言われる架設の逆を追うのがより良い施工方法かも知れないが注意すべき事は足場が無くなっていることである。また、当該橋梁のように下が森林の場合常に留意していた事項が火災である。常に下に水タンクを置いておくのと見張りを付けることが重要である。

今回の解体は、調べて上では事例がないことから、立体フレーム解析と座屈防止計算で多大な時間を掛けたと同時に本文では記述さなかったがステップ毎の計測も計算と合わせて行っている。

当該橋梁の解体の留意点を記すと以下ようになる。

- 1) 使用する重機であるクローラクレーン能力の確認
- 2) 吊り重の確定、すなわちブロック割りと撤去順序
- 3) 鋼橋においては避けておれない座屈防止のための措置
- 4) 切断の安全性とプレート等を使った強制変位の緩和の方法
- 5) 重心点確認と玉掛けの位置
- 6) ステップ毎の計測確認と作業者への適切な情報伝達方法

等があげられるがその他にも事故対策の様々な手法を取り入れた。この中で、記載はしていないがクローラクレーンオペレーター、とび（ガス切断ととび）、見張り人、玉掛け等の手順を何回も話し合い全員の意見を議論することが最も重要と考えられる。

6. あとがき

現場を提供して頂いたとともに適切な指導を頂いた札幌開発建設部滝川道路事務所の皆様に感謝いたします。

参考文献

鋼橋技術研究会 施工部会報告書