

一般国道 36 号 千歳橋の載荷試験

Loading test of National highway36 Chitose bridge

(株)砂子組	○正 員 工藤 仁 (Hitoshi Kudo)
札幌開発建設部 千歳道路事務所	非会員 伊藤 優 (Yutaka Ito)
(株)砂子組	正 員 田中 孝宏 (Takahiro Tanaka)
(株)砂子組	正 員 長谷川 雅樹 (Masaki Hasegawa)
(株)砂子組	正 員 古川 大輔 (Daisuke Furukawa)

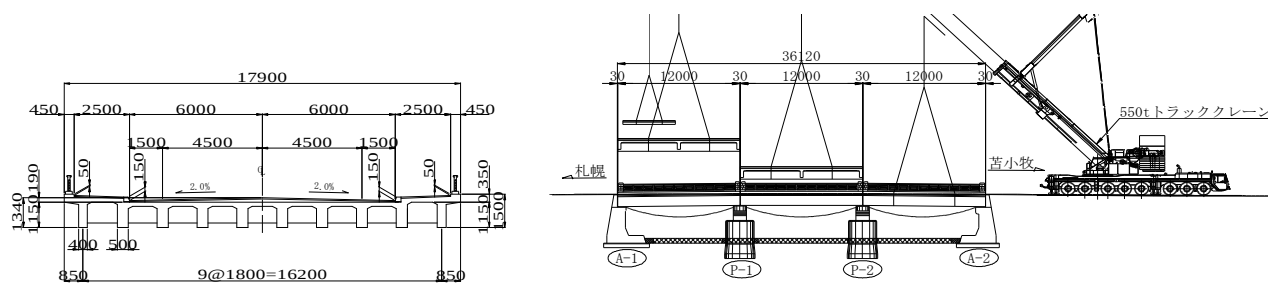


図-1 千歳橋旧橋一般図

1. はじめに

一般国道 36 号千歳橋は、図-1 に示すとおり橋長 36.12m の 3 径間単純 RCT 桁で、竣工は昭和 28 年である。幅員狭小と老朽化等の観点から、旧橋を撤去し同位置に新橋架け替えとなった。

新橋架け替えに伴い旧橋の撤去作業が実施されるが、その施工方法について、A2 橋台背面から 550t トラッククレーンを使用する方法に加えて、旧橋上から 100t トラッククレーンを使用する案の検討を行った。

検討に当たっては、旧橋の耐荷力が重要なファクターとなるため、その耐力を確認することを目的として事前に旧橋の耐荷力解析、および耐荷力試験（静載荷試験Ⅰ）を行うこととした。なお、図-2 に示すように旧橋は仮橋にて拡幅されているため、仮橋を含めた試験とした。

さらに、旧橋は先行して L 側が撤去されており、現状の応力状態は複雑であると考えられるが、撤去作業時には床版を順次切断切り離しを行っていくことから、橋梁全体としての不安定さが増すこととなる。また、撤去時には、切断機、重機、軽車両等の旧橋上での作業が不可欠となる。これらについては施工ステップごとの解析を行い、旧橋の残存部材の応力度を事前に把握し、安全性を担保する必要もあった。そこで、床版切断後の旧橋の応力状態の把握、および施工ステップ解析結果との検証を目的として、床版を一部切断した後に耐荷力試験（静載荷試験Ⅱ）を実施した。

2. 旧橋撤去・新橋架設順序

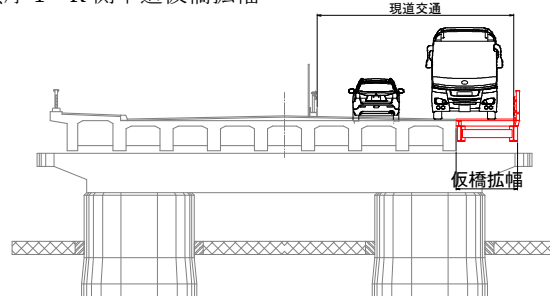
千歳橋の架け替え施工順序は、図-2 に示す順序 1～3 とされている。現状は順序 2 の状態となっている。

順序 1 R 側車道仮橋拡幅（2 車線通行を確保）

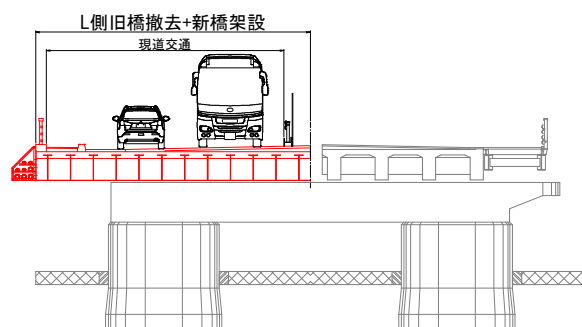
順序 2 L 側旧橋撤去+新橋架設

順序 3 R 側仮橋を含めた旧橋撤去+新橋架設

順序 1 R 側車道仮橋拡幅



順序 2 L 側旧橋撤去 新橋架設



順序 3 R 側仮橋を含めた旧橋撤去 新橋架設

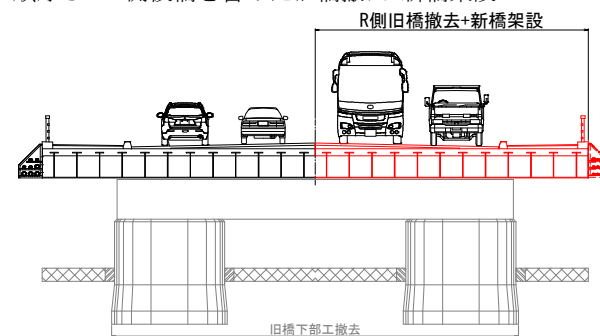


図-2 千歳橋の架け替え施工順序

3. 耐荷力試験方法

(1) 静荷重試験Ⅰ

試験は全重量が 25 t 程度のラフテレーンクレーン 1 台を、所定の位置に載荷させる静荷重試験とし、測定項目は床版下面と主桁下面、および主桁上面鉄筋、仮橋主桁のひずみ（応力）とした。

計測する径間は図-3 に示す苫小牧側の 1 径間の 1/4 支間、1/2 支間、3/4 支間の位置とし、測定断面は図-4 に示すとおりである。床版下面と主桁下面にはコンクリートひずみゲージ、主桁上面鉄筋と仮橋主桁には鋼ひずみゲージを設置し計測を行った。載荷ケースは表-1 に示すとおり、7 ケースの内、4 ケースを実施した。

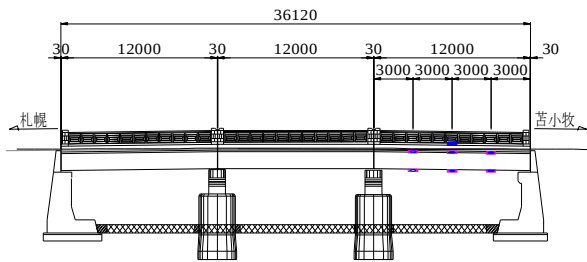


図-3 測定位置 静荷重試験Ⅰ

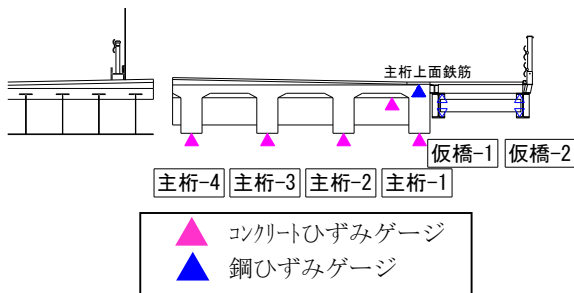


図-4 測定断面 静荷重試験Ⅰ

表-1 載荷ケース一覧表 静荷重試験Ⅰ

CASE	クレーン載荷位置		備 考
	橋軸位置	橋軸直角方向位置	
CASE-1	径間中央	仮橋主桁直上	現場条件より中止
CASE-2	L/4		
CASE-3	径間中央	床版直上	現場条件より中止
CASE-4	L/4		
CASE-5	径間中央	車線中央	現場条件より中止
CASE-6	L/4		
CASE-3'	径間中央	床版直上	アウトリガー張出し

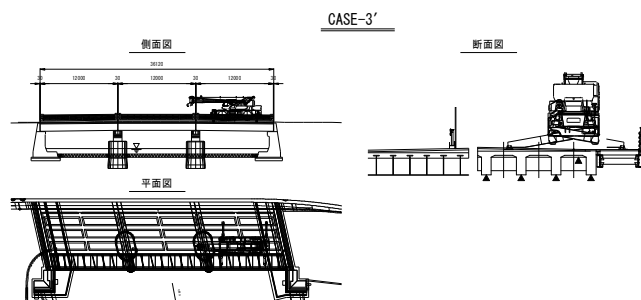


図-5 ケース図（CASE-3'）静荷重試験Ⅰ

(2) 静荷重試験Ⅱ

試験は床版の一部を切断した後に、静荷重試験Ⅰで使用するラフテレーンクレーン 1 台を、所定の位置に載荷させる静荷重試験とし、測定項目は床版下面と主桁下面、および主桁上面鉄筋のひずみ（応力）とした。

計測する径間は図-6 に示す苫小牧側の 1 径間の 1/4 支間、1/2 支間、3/4 支間の位置とし、さらに 1/2 支間から 1.0m の位置を追加した。測定断面は図-7 に示すとおりである。床版下面と主桁下面にはコンクリートひずみゲージ、主桁上面鉄筋には鋼ひずみゲージを設置し計測を行った。載荷ケースは表-2 に示すとおり、3 ケースを実施した。

また、CASE-3 については、クレーンを 1m ピッチで移動・停止を繰り返して計測を行った。

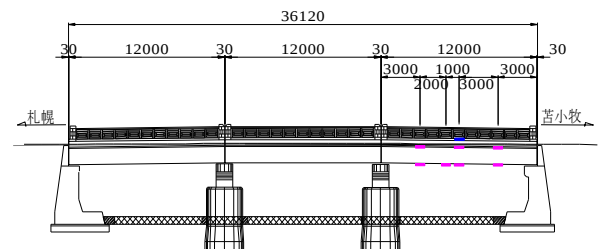


図-6 測定位置 静荷重試験Ⅱ

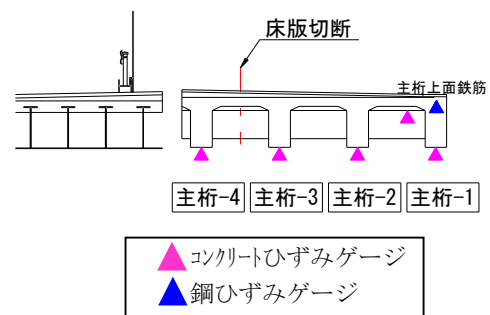


図-7 測定断面 静荷重試験Ⅱ

表-2 載荷ケース一覧表 静荷重試験Ⅱ

CASE	クレーン載荷位置		備 考
	橋軸位置	橋軸直角方向位置	
CASE-1	径間中央	車線中央	1m ピッチで移動・停止
CASE-2	L/4		
CASE-3	1mピッチ		

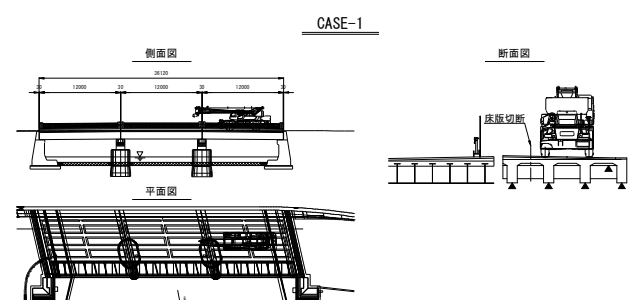


図-8 ケース図（CASE-1）静荷重試験Ⅱ

4. 解析方法

(1) 耐力解析

旧橋上に 100t トラッククレーンを載荷させた場合の耐力解析を行う。また、撤去時はクレーンのアウトリガーを張り出すため、解析断面は図-9 に示すとおり、拡張された仮橋を含めた解析とした。

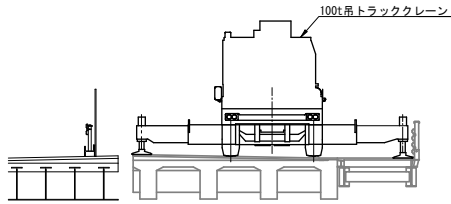


図-9 耐力解析断面

(2) 施工ステップ解析

- 旧橋の解体方法は床版を切断し、分割撤去するため、床版打ち壊し時点で床版が負担していた断面力を、開放力として残存構造系に作用させ、その後に床版撤去分の重量を残存構造系から除荷する手順となる。そのため、図-10 に示すとおり 1~18 の順番で撤去していくステップ解析とした。
- 各施工ステップでは、剛性変化、応力負担の有無を考慮して、集計断面力から主桁応力を算出した。
- 旧橋は 60 年以上経過していることから、劣化損傷している可能性も考えられたため、事前に打音検査を実施し、健全であることを確認した。
- 旧橋の解析モデルは昭和 28 年の竣工時のマイクロ資料を基本とし、不明な条件等は現行示方書¹⁾に準じてモデルを作成した。

以上の条件を基に施工ステップ解析を実施し、試験結果との検証を行う。

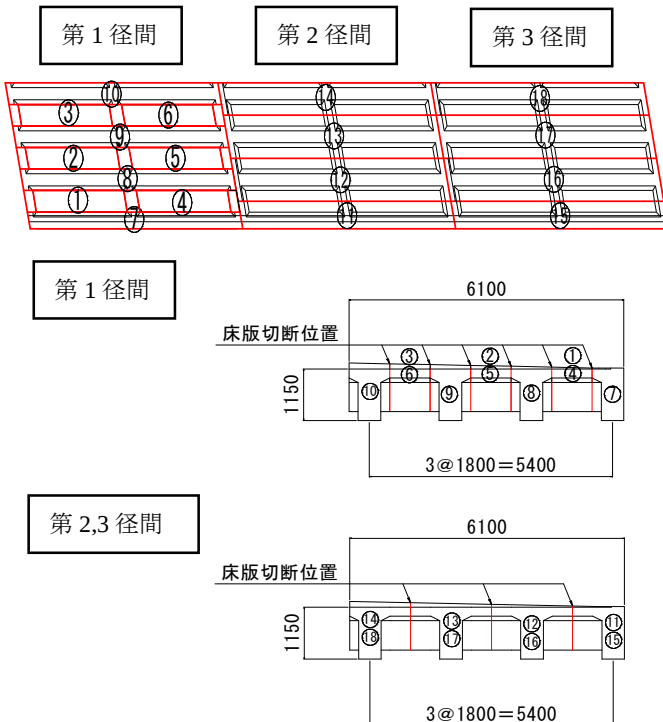


図-10 旧橋解体順序図

5. 耐力解析結果

(1) 主桁の各応力について

- コンクリート圧縮応力は許容値を満足する。
- コンクリート引張強度は許容値を満足するが、支間中央で大きな値を算出。
- コンクリートせん断応力は支間端部で応力超過。

(2) 仮橋の各応力について

- 鋼材引張応力は支間端部で応力超過。
- 鋼材せん断応力は許容値を満足する。

以上より、旧橋上に 100t トラッククレーンを載荷させての撤去作業は危険性がある結果となった。

6. 静載荷試験 I 結果

- 主桁のひずみ値は 50μ 程度以下と微小な値が得られた。(図-11)
- 仮橋のひずみ値は CASE-3' で最大 140μ 以上の大きな値が得られた(図-12)が、施工時における 25t 程度の重機荷重の載荷としては特に問題はない。

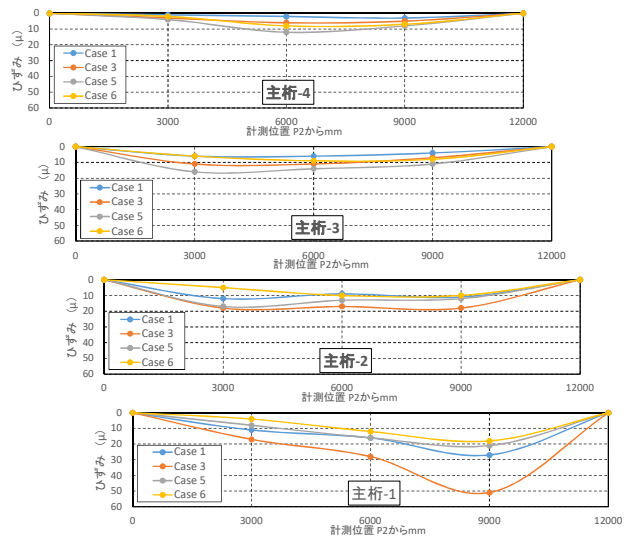


図-11 主桁の静載荷試験 I 結果

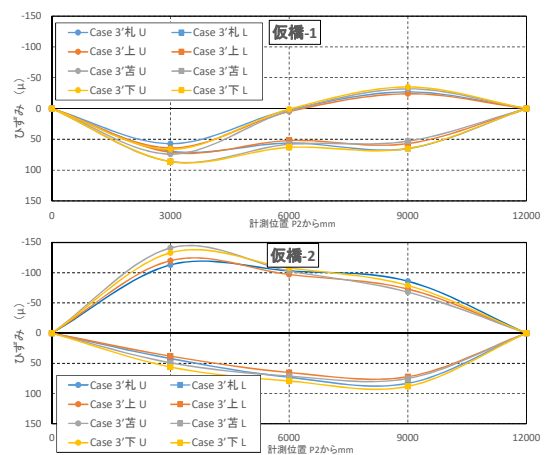


図-12 仮橋 CASE-3' の静載荷試験 I 結果

7. 静載荷試験 II 結果

- ひずみ値は全体的に載荷試験 I より僅かではあるが小さな値となった。(図-13)
- ひずみ値の大きな挙動はないため、床版切断による分配効果は、本試験では確認されなかった。

以上の要因としては、主桁の曲げ剛性は変化しないが、斜角によるねじり剛性が床版切断により大きく消失され、ひずみ値も小さくなったと推察される。

よって、次項の施工ステップ解析においても、主桁剛性や分配効果の検証を行うこととした。

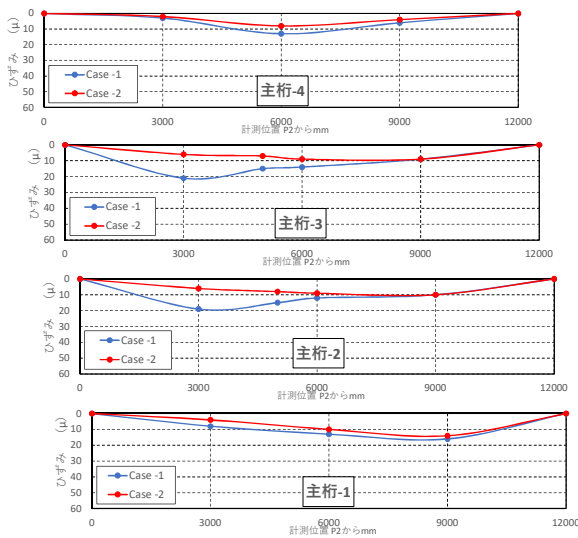


図-13 荷重試験Ⅱ結果 CASE-1,2

8. 施工ステップ解析結果

- 1) 各施工ステップで応力超過は算出されなかった。
- 2) 第1径間の施工ステップでは、図-14～17に示すとおり、床版撤去していく段階で残存する主桁の曲げモーメントの増加傾向が見られ、床版による分配効果があると推察される。曲げモーメントは主桁撤去していく段階で減少傾向となる。

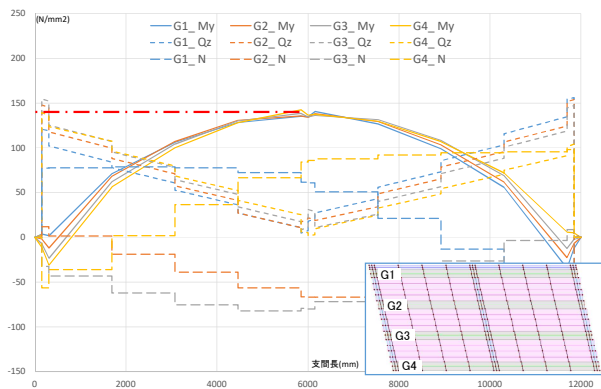


図-14 モーメントと施工ステップ図 (施工前)

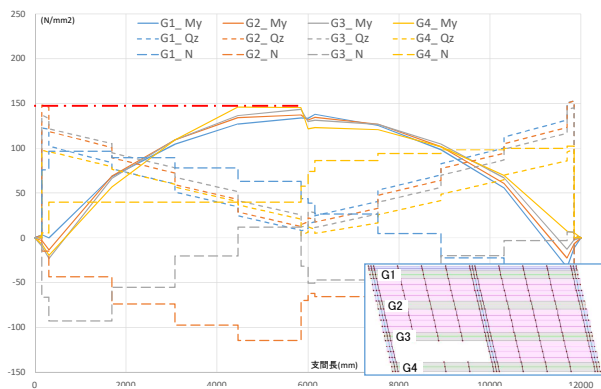


図-15 モーメントと施工ステップ図 1

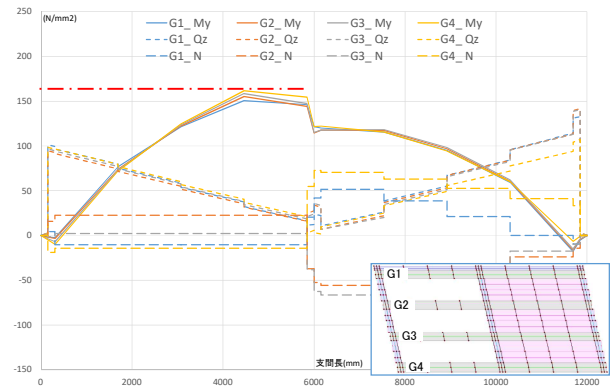


図-16 モーメントと施工ステップ図 2

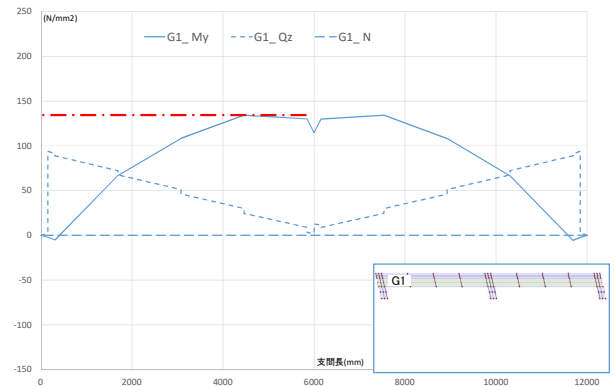


図-17 モーメントと施工ステップ図 3

9. まとめ

耐荷力試験(静載荷試験Ⅰ)では、施工時における 25t 程度の重機荷重の載荷は可能であるが、特に拡幅された仮橋ではこれを超える載荷には危険性があることが解った。また、耐荷力解析結果も踏まえると、A2 背面から 550t トラッククレーンによる撤去は妥当であると判断できた。

耐荷力試験(静載荷試験Ⅱ)では、床版切断による大きなひずみ値の挙動は確認されなかった。これは、斜角によるねじり剛性が床版切断により大きく消失され、ひずみ値も小さくなったと推察される。施工ステップ解析結果では、床版撤去していく段階で残存する主桁の曲げモーメントの増加傾向が見られたことから、床版による分配効果があると推察される。

この結果を踏まえて本工事では、耐荷力試験と施工ステップ解析を基に閾値を設定し、施工時の安全管理として主桁下面のひずみ値を常時計測しながら撤去作業を行った。その結果、施工時における閾値の超過もなく、安全に施工を行うことができた。

以上より、今後もこのようなステップ解析を基に検討を重ね、より安全な解体を実施する必要がある。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説Ⅰ～Ⅳ.日本道路協会, 平成 29 年 11 月