

最大スパン150mの3径間連続下路トラス橋の架設

J R 北海道 工務技術センター 正会員 ○野澤憲士
 J R 北海道 工務技術センター 榎林久人
 J R 北海道 工務技術センター 正会員 吉野伸一

はじめに

石狩川の河川改修に伴い、JR 札沼線あいの里公園・石狩太美間石狩川橋梁の架け替え工事を行った。新橋梁となるトラス橋の架設は、主構上に 450t 全旋回型トラベラー・クレーンを載荷する張出し工法を採用した。本稿では、スパン長 150m を有する中央部のトラス橋の架設におけるトラベラー・クレーン載荷時のトラス主構の安全性に関する検討について報告する。

1. 新橋梁の概要

石狩川新橋梁は、単線の3径間連続下路トラス橋3連からなり、総延長はJR北海道では最長の1064.1m、鋼材重量5000t弱の大規模な橋梁となる。また、中央部のトラス橋は、各スパンが125.1m+150m+125.1mとなる構造であり、長スパン及び単線のため縦長構造（図-1）である点が大きな特徴となっている。

2. 架設計画

架設は、P3～P5橋脚の流水部はトラベラー・クレーン・ベント工法、P5～P6橋脚の高水敷はクローラークレーン・ベント工法とした。概要を図-2に示す。

本橋梁は断面が縦長構造かつ主構幅に対してスパンが長いことから、①トラベラー・クレーン載荷張出し時の、トラス部材の安全性の確認及びベント上におけるトラス部材の補強の必要性の確認、②張出し架設時、トラス主構先端でのトラベラー・クレーンによる架設作業中の横倒れ座屈に対する安全性の確認、等について考慮しなければならない。

架設計画では、トラス主構先端がP3・P4橋脚及びB1～B4ベントに到達する6つの段階についてトラス主構の変位及び各部材の軸力を算出し、特に上記2点に関する安全性の確認を行った。このような構造及び条件におけるトラス橋の架設の例は少なく、より慎重な架設計画の策定が不可欠となる。

3. 座屈防止材の設置

張出し長が大きくなるとトラベラー・クレーン載荷により部材に発生する軸力が、完成時の設計軸力より大きい値となる場合がある。本工事では、トラス主構がP4橋脚に到達する時の斜材C、及びP3橋脚に到達する時の斜材A（図-2）がこれに相当した。このため、架設時の一時的な対応として斜材の有効座屈長を短くするように斜材A及び斜材Cに座屈防止材（図-3）を設置し、許容耐力を発生軸力の1.2倍程度確保した。設置する方向については橋軸方向のみとし、橋軸直角方向については、後述する補強対傾構で対処した。座屈防止材の材料については、剛性・架設の施工性を考慮し鋼管とした。なお座屈防止材は、架設終了後撤去した。

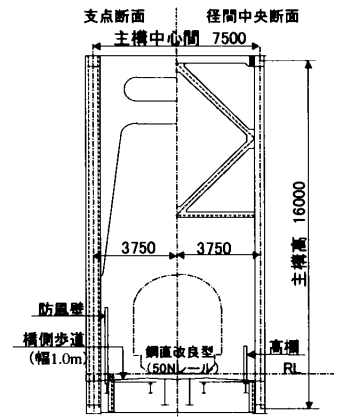


図-1 橋梁断面図

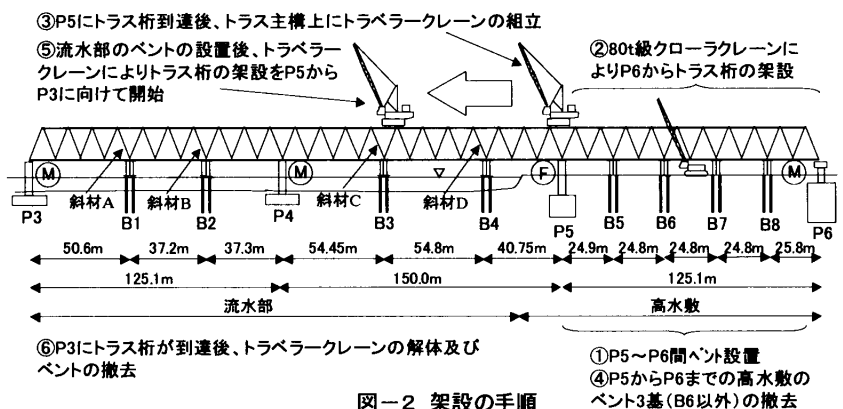


図-2 架設の手順

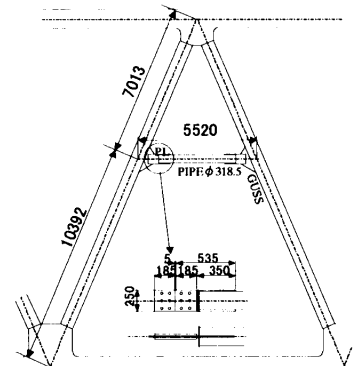


図-3 斜材の座屈防止材

キーワード：トラス橋、トラベラー・クレーン、有限変位解析

〒063-0802 札幌市西区二十四軒2条1丁目3-60 TEL (011) 614-2238 FAX (011) 614-2263

4. 補強対傾構の設置

(1) 横倒れ座屈対策

橋軸直角方向断面の形状保持は、張出し架設時における構造系全体の横倒れ座屈を抑止するために必要不可欠な条件であるが、完成形のトラ

ス橋では唯一各支点上の橋門構がその機能を有するのみである。架設時の解析の結果、トラベラー・クレーン・載荷荷重及び水平荷重により橋軸直角方向に大きな変形を生じ、架設時に構造系全体が不安定になることが判明した。よって架設時、B1～B4 ベント上の斜材 A～D（図－2）に橋軸直角方向の剛性を確保し、橋軸直角方向断面形状の保持に有効な補強対傾構（図－4）を設置することとした。この補強対傾構の材料は、斜材の座屈防止材と同様に剛性・架設の施工性を考慮し鋼管とした。

(2) 有限変位解析

架設計画段階での解析は、トラス橋が全体座屈を起こさないこと、橋軸直角方向断面が横倒れ座屈することなく断面形状を保持していること、の2つの条件が満足されていることが前提（微小変位理論）になっている。このため補強対傾構の有無で、横倒れ及び全体座屈に対する構造系全体の安定性の確認、その時の変形量及び発生する断面力の幾何学的非線形性に関する影響の確認を目的とした有限変位解析を行った。なお、解析は張出し長が大きくなるトラス主構が P4 橋脚到達直前時において、トラベラー・クレーンがトラス主構先端で作業を行っている状態で橋門構のみのケース（case1）と B3・B4 ベント上に補強対傾構を設置したケース（case2）で行った。解析の条件については表－1に示す。

(3) 解析結果

トラス主構先端での3軸方向の変位挙動を図－5に示す。この図より case1 では下弦材が上弦材と共にトラベラー・クレーン・旋回側へ変位し、トラス主構先端の構造系が不安定であるといえる。一方 case2 では変位量が少なく共に下弦材がトラベラー・クレーン・旋回側と反対側へ変位し、補強対傾構の設置によりトラス主構先端の構造系が安定しているといえる。

ここで上弦材の下流側桁の橋軸直角方向変位に関して、全荷重を 1.0 とした場合に全荷重を 10 分割し、荷重を 0 から 0.1 毎に増分し全載(1.0)するまでの荷重 P とその応答値であるトラス主構先端における変位 δ との関係を図－6に示す。case2 では P- δ 線が $P=1/117 \times \delta$ の直線式上にあるのに対し、case1 は P- δ 線が直線とはならず $\delta=200\text{mm}$ 付近から曲線性状を示している。これは、荷重増分に対して変位が加速的に増分していることを表し、非線形的な不安定現象を示している。

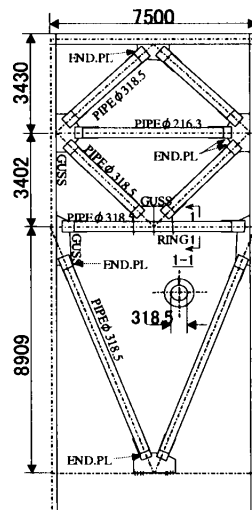
以上の結果から、橋軸直角方向断面の横倒れ座屈に対する安全確保の為に、各ベント上における補強対傾構設置の有効性を確認した。なお、補強対傾構は、架設終了後撤去した。

おわりに

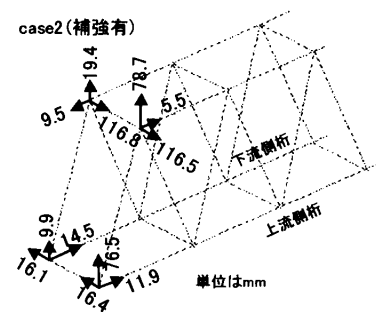
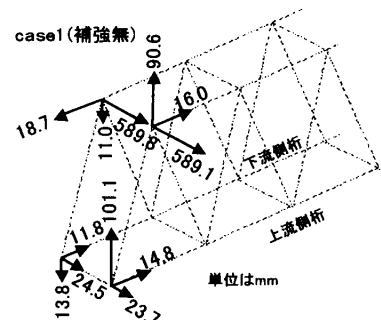
本工事のようにスパンが長く、縦長構造のトラス橋におけるトラベラー・クレーンによる架設は例が少ないため、より慎重な架設計画の検討を行った。本稿が今後、同種工事の一つの参考となれば幸いである。最後に、本工事にあたってご協力頂いた石狩川 B 改築中央工区清水・鉄建 JV をはじめ、関係各位に謝意を表します。

表－1 有限変位解析の条件

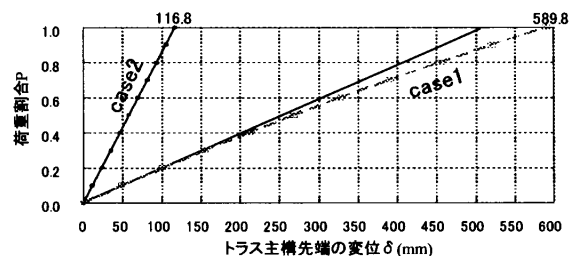
検討条件	・トラベラー・クレーンがトラス主構先端で作業を行っている
	・作業時風荷重に比べ荷重強度が大きい地震荷重が作用した状態（作業時トラベラー・クレーン＋地震荷重＋強制変位）
荷重条件	・トラベラー・クレーンの旋回は上流側（下流側に現在線）
	・上弦材：鋼重、トラベラー・クレーン反力、運搬台車自重、軌条設備、足場、地震荷重（上流側→下流側方向）、トラベラー・クレーン地震
	・下弦材：鋼重、足場、電、地震荷重（上流側→下流側方向）



図－4 補強対傾構



図－5 トラス主構先端における変位



図－6 P- δ 図