ヘリコプターを用いた登山道橋梁の架設計画

（株）復建技術コンサルタント　　正会員　○吉田　雄一
（株）復建技術コンサルタント　　正会員　　中村　貴司
（株）復建技術コンサルタント　　正会員　　野口　寛人

1. はじめに

2011～12 年の冬の豪雪において、登山道橋の被害が新聞等で報じられた。東北地方の山奥で雪深い登山道に橋梁を計画する場合、以下のような特徴がある。

・資機材の輸送は、ヘリコプターに頼らざるを得ない。
・通行荷重は小さく、活荷重疲労は考慮する必要はないが、豪雪や吹き溜まりの恐れから場合により 10m 程度の積雪（35kN/m2）にも耐える必要がある。
・観光地の遊歩道と違って、利用者は、登山者等で少なく、通行の安全性もある程度自己責任であり、景観的にも過大な配慮が求められることはない。要は、多少の増水でも渡ることさえできればよい。

本論文は、このような山奥・豪雪地帯に架けられる登山道橋として、いくつかの構造形式や施工の検討を行ったためこれを報告するものである。

２．橋梁計画

（１）検討にあたっての支間長の設定

ヘリコプターの輸送や作業能力、現場での桁連結を不要にすることなどを勘案し、中間にコンクリート橋脚を設置することにより支間長を5～6m程度の多径間形式を想定した。この際、流木などによる河道が閉塞しても、他者被害がないこと、上部工のみの再構築で済むことから、河川橋としての流量に対する基準径間長は考慮しないものとした。ただし、沈下橋のように極力流水阻害を起こさない形状を目指した。

また既製の覆工版を橋梁として使用することが考えられるが、この場合は、検討支間長を3～4mとする。

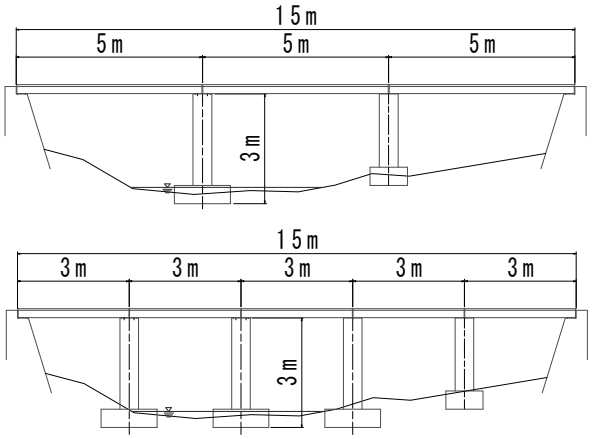


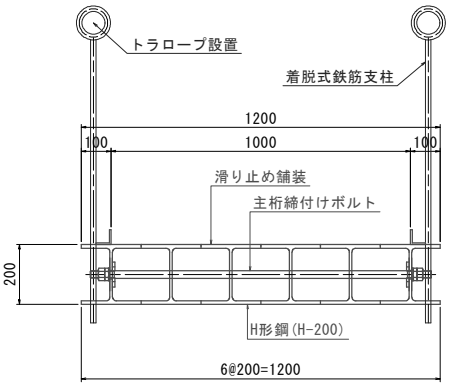
図-1　想定支間割例

（３）検討した上部工形式

ここで、木橋（丸太橋）は、寿命が短く、また流されやすいこと、いずれヘリコプター輸送は必要であることなどから除外する。また、町工場での製作や小さなローカル建設業者の施工を前提に、型鋼もしくはコンクリートを主材料として、積雪荷重に耐えることができる構造形式を検討した。この際には、普及型ヘリコプターの輸送能力から、部材1ブロック800kg以下と、現場作業の簡易化・省力化を目指した。

①H鋼並列形式

H鋼を並べて溶接した構造である。このケースでは、H-200を6本使用し、二分割することで、1ブロックの重量を輸送可能な800kg以下とした。現地ではそれを棒鋼で一体化させる。部材の運搬、架設ともヘリコプターで行うため、現場作業が少なく短時間となる。



■耐力荷重
L=5.0m
P=90kN/m2
（積雪 25.0m）
（Lmax=7.0m）
鋼種：SM400

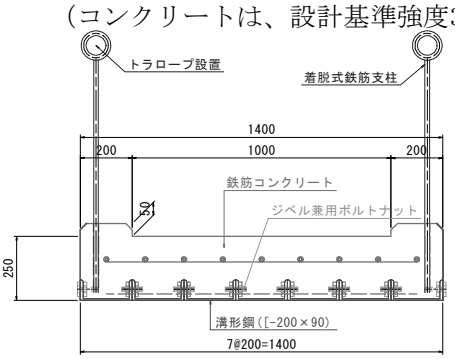
覆工版の場合
Lmax=4.0m
P=140kN/m2
（積雪 40.0m）
鋼種：SM490

図-1　H鋼並列形式

②溝形鋼とコンクリートによる合成桁形式

溝形鋼とコンクリートの合成構造であり、ジベル兼用のボルトを配置し合成効果を確保する。溝形鋼は軽量であり、部材の運搬をヘリコプターで行うが、現地では人力架設が可能である。ただし現場作業が多く長期となる。

（コンクリートは、設計基準強度30 N/mm2）



■耐力荷重
L=5.0m
P=35kN/m2
（積雪 10.0m）

図-2　溝形鋼とコンクリートによる合成桁形式

キーワード　ヘリコプター、登山道橋梁
連絡先　　〒980-0012　宮城県仙台市青葉区錦町１丁目７－２５

（4）付属物の検討

登山道として使用するため、H鋼桁形式の場合は、利用者の安全を考慮し、橋面には滑り止め舗装を行う。また、手摺を設置し、その手摺が河川流下物の衝突時に極力抵抗しないようにトラロープを張る構造とし、支柱についても復旧が容易な着脱式鉄筋支柱とした。

3．施工計画

（1）ヘリコプターによる輸送・架設

ヘリコプターの使用料としては、以下のような構成となる。

・空輸費（回送費）：空港等から架橋位置付近に設置する基地局（ヘリポート）までの回送費
・作業費：架橋位置付近の基地局（ヘリポート）から架橋位置までの資機材運搬費

現在、主に物資輸送として使用されているヘリコプターには、『スーパーピューマ』と『アルウエットⅢ（ラマ）』があり、スーパーピューマは輸送能力が高いが、空輸費、作業費が高価である。アルウエットⅢ（ラマ）は輸送能力が低いが、空輸費、作業費が安価である。このため、これらの利用を考慮した形式の選定や、工程計画が必要となる。

	スーパーピューマ	アルウェットⅢ（ラマ）
輸送能力	2000～3500kg	500～1000kg
回送費	350万円／回	170万円／回
資機材運搬費	23,000円／分	8,000円／分
空輸時速度	220km／h	150km／h

回送費：東京より

表-1　物資輸送ヘリコプター（見積例）

（2）架設を考慮した上部工構造細目

ここでは、現地作業が少ないH鋼並列形式の架設計画を述べる。

上部工の架設にあたっては、輸送重量を 1 ブロック 800kg 程度とすることを目標として、3 主桁ずつ 2 ブロックに分けて工場製作し、ヘリポートまで陸送したものを、ヘリコプターで架橋位置まで輸送し、直接下部工に架設する。ブロック同士の連結は、両端をネジ切りした丸鋼でボルト締めする。

主桁と下部工はアンカーボルトにより連結する。アンカーボルトの後施工が可能なように、主桁の上下フランジには、アンカーボルト取り付け用の開孔を工場製作時に行い、主桁架設後、上フランジ側の孔については、鋼板により塞ぐ計画とする。

主桁連結用の孔や、アンカーボルトによる上下部接合用の孔については、ヘリコプター架設による施工性を考慮して、長孔構造や、ボルト径に対して両側 10㎜ 程度の余裕をとるようにして、ワッシャー（プレート）をかませてボルト締めを行う計画とした。

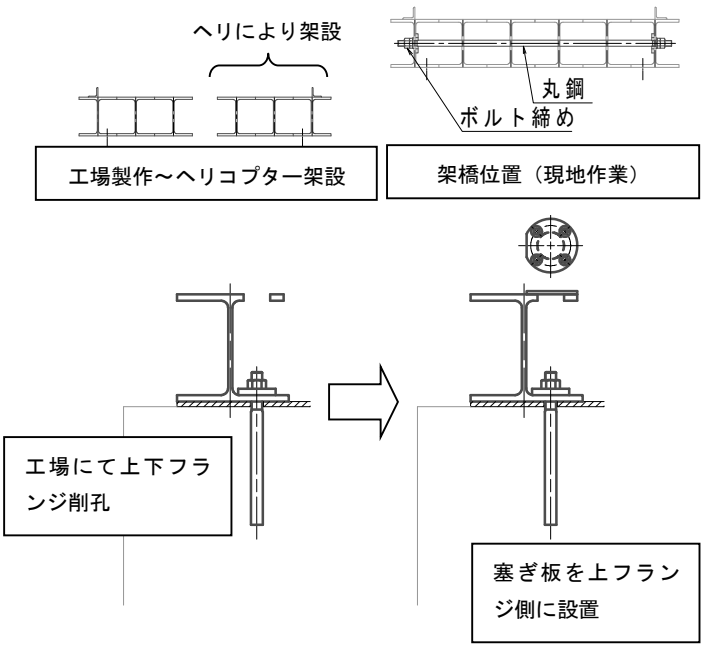


図-4　上部工架設

（3）コンクリート打設

コンクリート打設は、ヘリコプターによる生コン輸送打設か、プレミクスした材料を現場練での人力打設とする。ヘリコプターによる生コン輸送打設手順は以下の方法が考えられる。

①定置式のコンクリートポンプ及びホッパーを輸送・設置。
②ヘリコプター及びバケットで生コンを運搬
③コンクリートポンプによる打設

（4）下部工躯体構築

橋脚の配筋については、1基あたりの全配筋重量が200kg程度である。そのため、事前に組み立てたユニット鉄筋をヘリコプターにより運搬･設置するものとした。また、特殊金網製の埋設型わく（商品名デコメッシュ）は軽量でこのユニット鉄筋に取り付けることができ、そのまま水中でもコンクリート打設が可能である。このため、この軽量埋設型わくも事前に鉄筋ユニットに取り付け輸送・設置するものとした。

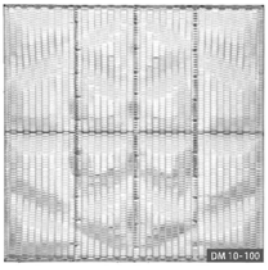


図-5　埋設型枠

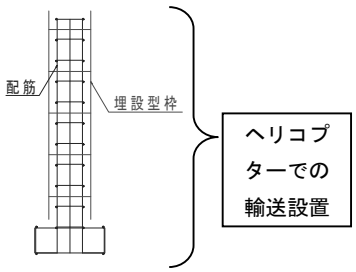


図-6　鉄筋、型枠の輸送

4．おわりに

ヘリコプター架設を前提とした登山道橋についての構造や施工方法について検討してみた。各地で破損や流出した登山道橋の架替え要望等があるため、このノウハウを活かしていきたい。