

長大橋（新旅足橋）における品質・出来型管理の事例

平田美正

新丸山ダム工事事務所 工務課（〒505-0301 岐阜県加茂郡八百津町八百津 3351）

新旅足橋はPC3 径間連続箱桁ラーメン橋で、橋長は462m、中央支間長は約220m、橋脚の高さは100mにも及ぶ長大橋である。このようなラーメン型式の長大橋は、全国的にも施工例が少なく、施工業者と共に、品質・出来型管理等について様々な検討を行いながら施工を進めた。

今回の発表は、その中でも長距離高圧圧送となるコンクリートの品質管理方法と、長大スパンでの片持張出架設工法での上げ越し管理方法について、現場で実施した創意工夫等を紹介するものである。

キーワード 長大橋、PC3 径間箱桁ラーメン橋、コンクリートの長距離高圧圧送、片持張出架設工法

1. 新旅足橋の概要

新旅足橋は、既設丸山ダムの右岸沿いを走る国道418号が、新丸山ダムの建設に伴い洪水時に冠水することから計画された付替道路の旅足川に架かる橋梁で、岐阜県加茂郡八百津町内に位置する(図-1)。

急峻なV字溪谷の山岳地に架かる同橋梁は、旅足川の上空約200mに位置し、橋長462m、中央支間長220m、橋脚の高さは100mにも及ぶ長大橋である。



図-1 位置図

なお、新丸山ダム建設事業は、既設丸山ダムを24.3m嵩上げして新たに約6,900万 m^3 の容量を確保(増強)するもので、洪水調節、流水の正常な機能の維持、発電の3つの目的を有した多目的ダム建設事業である。

(1) 新旅足橋の構造概要

新旅足橋の構造概要を以下に示す。

- ・橋 長：462.0m
- ・支 間：119.0m+220m+119.0m
- ・幅員構成：全幅10.75m、有効幅員9.75m
(車道7.25m、歩道2.00m)
- ・活 荷 重：B活荷重
- ・主要材料：コンクリート（50-15-25 早強）
鉄 筋（SD490）

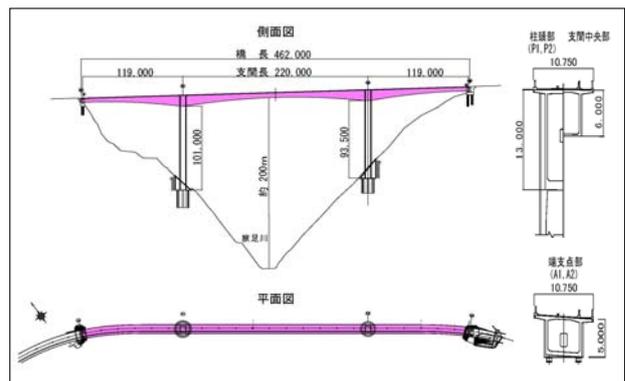


図-2 新旅足橋一般図



写真-1 施工中・完成後の新旅足橋

(2) 新旅足橋上部工の施工

新旅足橋上部工の施工方法は、急峻なV字渓谷に位置していることから、一般的に用いられる下から支える支保工が設置できないため、支保工の役目をする「移動作業車」で、「やじろべえ」のように橋脚から同時に左右の橋桁を1ブロックごとに製作していく「片持張出架設工法」を採用した。

同工法の施工手順は、図-3に示すとおりである。

通常の片持張出架設工法の1ブロック長は4m程度であるが、新旅足橋においては、施工業者の工期短縮を目的とした技術提案により、最長7mの施工が可能な「超大型特殊移動作業車」を使用した。

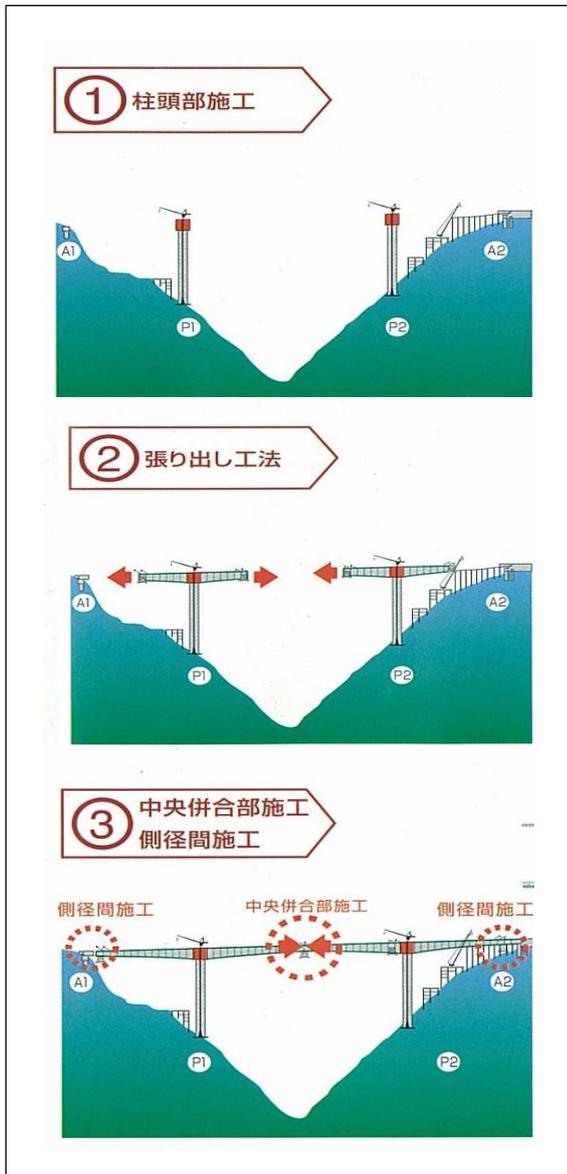


図-3 片持張出架設工法の手順

新旅足橋上部工の施工は、長大橋であることや地形的な要因等から様々な課題があり、その課題を一つ一つ検討、解決しながらの施工となった。特に品質・出来型管

理については、独自の工夫を加えながら施工を進めた。

今回は、品質管理において「コンクリートの長距離高圧圧送によるスランプの低下対策」について、出来型管理においては「片持張出架設工法における上げ越し施工管理」について、その課題と対策について紹介することとする。

2. コンクリートの長距離高圧圧送によるスランプの低下対策と品質監理

(1) コンクリート打設に対する課題とその対策

新旅足橋のコンクリート打設は、コンクリートポンプ車による圧送により実施する計画となっているが、施工場所が急峻なV字渓谷に位置することから、図-4のようにコンクリートポンプ車の配置位置から打ち込み場所までの高低差が約50mにもなり、コンクリートの圧送距離が水平換算で最大650mにも達する。そのため、コンクリートの圧送は国内で最大級である220kgf/cm²もの出力のある超高圧のコンクリートポンプ車で圧送とした。

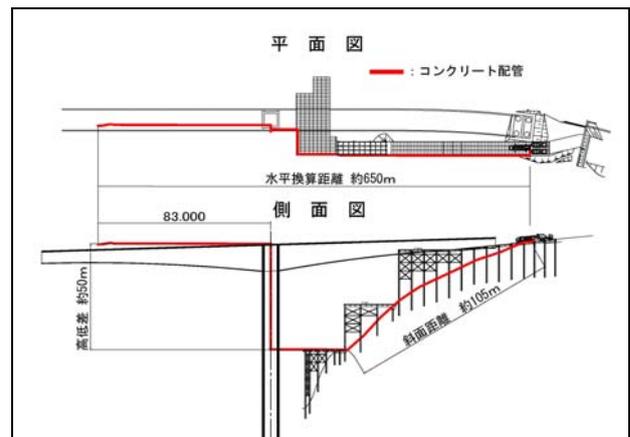


図-4 コンクリート配管図 (P2 : 最大時)

コンクリートを高圧で長距離圧送した場合、圧送中に発生するコンクリートのスランプの低下は著しく大きくなることが想定され、その対策が最大の課題であった。

スランプの低下により発生する課題とその対策を以下に記述する。

(a) 圧送中の配管の閉塞

配管の閉塞とは、コンクリートがスランプの低下により堅くなり配管内で詰まってしまうことであり、その対策が必要であった。

配管の閉塞に対する対策として、工場から現場までの運搬及び圧送によるスランプの低下を想定し、圧送により配管が閉塞しないスランプの品質目標値を設定する。この場合、筒先でのコンクリートのスランプ値が設計図書を満足するものとする。

設定されたスランプの品質目標値は表-1の通りである。

表-1 スランプの品質目標値

	工場出荷時	現場着時	筒先	(設計図書)
スランプ	19.0cm	17.0cm	15.0cm	(15.0cm)
空気量	4.5%	4.5%	4.5%	(4.5%)

(b) コンクリートの品質確保と確認方法

コンクリートの品質は、設計図書に明記しているが、圧送後のコンクリートがそれらを満足する必要がある。その確認を、何時、何処で、どのように実施するかが課題であり、対策として品質試験は現場着時に行い、配管を閉塞させる恐れがあるコンクリート、設計図書を満足しないコンクリートを配管内に投入することを未然に防ぐ。この場合に確認するスランプ等の値は、(a)で設定した現場着時の品質目標値とする。

このような対策案の施工事例が全国的にも少ないことから、試験圧送を行いその妥当性を検証し、その結果をもとに決定することとした。

(2) コンクリートの試験圧送

(a) 試験圧送の概要と目的

新旅足橋上部工事におけるコンクリート打設に先立ち実施する試験圧送は、前記したスランプの品質目標値より設定した「コンクリート配合」が所要の品質及び施工性能を有することを確認する目的で実施する。同試験は、「コンクリートのポンプ施工指針(平成12年度)」に則り実施する。

(b) 試験圧送の方法

試験圧送時の配管はP2橋脚の柱頭部のコンクリート打設を想定して圧送条件を検討・設定し、実際の圧送条件と同等、もしくはそれを上回る圧送条件が再現できるものとした。

(c) 圧送試験の結果

圧送試験の結果は表-2に示す通りとなった。しかし、圧送による現場着時から筒先でのスランプの低下は、当初2cmと想定していたのに対し4cm低下し、空気量、単位水量については、工場出荷時から筒先までの間において、全て品質管理基準値内に収まった。(表-2参照)

表-2 圧送試験結果

	スランプ(cm)		空気量(%)		単位水量(kg/mm ³)	
	目標値	試験結果	目標値	試験結果	目標値	試験結果
工場出荷時	19.0	20.5	4.5	4.2	170.0	176.9
現場着時	17.0	19.0	4.5	5.8	170.0	175.3
筒先	15.0	15.0	4.5	5.1	170.0	173.4
(基準値)	15.0±2.5		4.5±1.5		170.0±15	

(3) 課題に対する対策の決定

圧送試験によって得られた結果を踏まえ、本施工で行う対策は以下の通りとした。

コンクリートの品質試験は、現場着時に実施する。その場合のスランプ値は、試験の目標値より1cm上げて18.0cmとし、空気量及び単位水量の値は設計図書の通りとする。

品質試験頻度は、スランプは全車実施し、その他は、毎打設ごとに1車目及び午後1回の2回測定する。また、筒先でのスランプ及び空気量は、現場着時と筒先の相関を確認するため、毎打設ごとに1車目及び午後1回の2回測定することとする。

(4) 本施工の結果

本施工において測定したコンクリートの品質試験の結果は、以下の通りであった。

図-5は、現場着時と、相関を確認するために実施した筒先でのスランプの測定結果である。現場着時のスランプの値は目標の18.0cmに対し約0.5cm高く推移しているが、筒先においては、設計図書に記載している15.0cmより若干低く14.5cmを中心に推移しており、品質管理基準である15.0cm±2.5cmを満足するものであった。

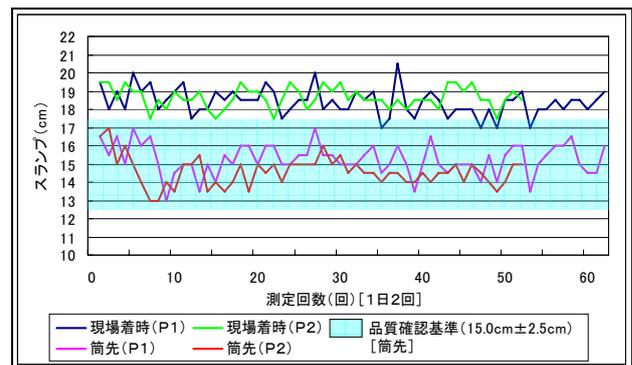


図-5 スランプ測定結果

今回の施工では、試験圧送により定めた対策に基づき施工を進めた結果、配管の閉塞、コンクリートの品質管理基準を外れることなく今回工事を完了することができた。

以上のことより、定めたコンクリートの長距離高圧圧送によるスランプの低下対策と品質管理の手法は妥当であったと言える。

3. 片持張出架設工法における上げ越し施工管理

(1) 片持張出架設工法における上げ越し施工管理とは

片持張出架設工法は、下からの支保工を設置せず、橋脚から同時に左右の橋桁をブロック毎に張り出して架設していく工法で、図-6に示すように自重やその他の荷重等により施工中に橋にたわみが生じ、そのまま施工すると橋全体がたわんだものになってしまう。そのため、

施工中及び完成後に生じるたわみ量をあらかじめ計算し所定の高さより高く施工していく必要がある。この所定の高さより高く出来型を管理することを上げ越し管理という。

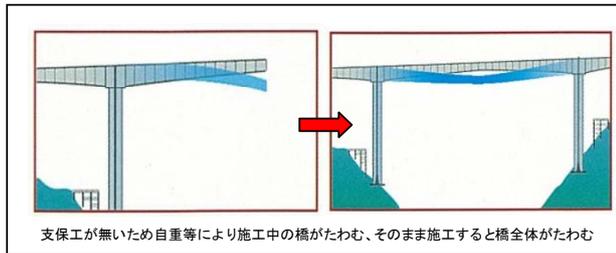


図-6 片持張出架設工法による橋のたわみ

(2) 新旅足橋の上げ越し管理

新旅足橋は支間長が長大であるため、たわみ量が非常に大きく、上げ越し量は、通常の橋梁で60mm程度なのに対し、300mmを超えるものであった。そのため、この上げ越し量を適切に管理しないと完成時の橋の縦断線形が走行性に影響を与えたり、最悪の場合、併合時に左右の高さがそろわず橋が繋がらなくなってしまう可能性があり、重要な管理項目の1つである。

(a) 新旅足橋の上げ越し管理

新旅足橋で実際に行った上げ越し管理の手法を記述する。図-7は、P2橋脚部内側の15ブロックのコンクリートを打設する前の上げ越し量と、15ブロックのコンクリートを打設した後の上げ越し量を表したもので、計画高さを0としてその差をグラフに表したものである。

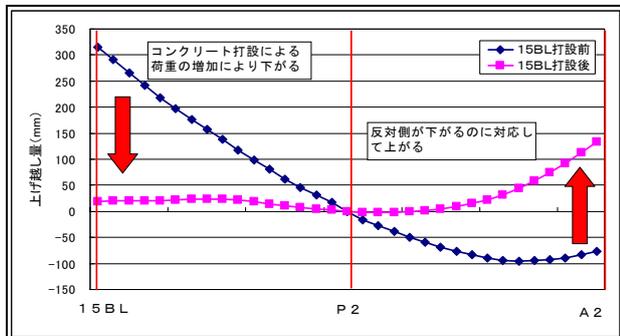


図-7 P2橋脚15ブロックのコンクリート打設前後の上げ越し量

この図から、コンクリートの打設により高さが大きく下がると同時に、反対側は逆に大きく上がることが分かる。これは、通常、左右のブロックを同時にコンクリート打設を行うのに対し、新旅足橋においては工期を短縮するため超大型移動作業車を用いて、左右を交互にコンクリート打設する工法を採用した。そのため、新旅足橋においては、通常の片持張出架設工法と比較して高度な施工管理が必要であった。

(b) 完成時の上げ越し管理と結果

図-8は、完成時の上げ越し量の計画値と実際の出来

型を表したものである。

片持張出架設工法により施工された橋梁は、完成後もコンクリートのクリープにより生じる歪みは続いており、この作用が終局するのは施工完了後数年後である。そのため、クリープによる作用が終局した時に橋が計画高さによるよう上げ越し管理を行っている。

完成した新旅足橋は、若干の施工誤差はあるが、的確な施工管理の下にほぼ計画通りに施工が完了した。

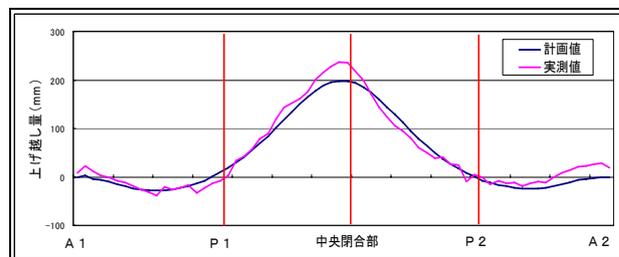


図-8 完成時の上げ越し量

4. 今後の課題

今回この論文を作成するに当たり、圧送によるコンクリートのスランプ低下量の変動について、配管条件・コンクリートの品質・気候条件などの面から、何らかの関連がないか検証を試みたが、どの条件においても関連は見いだせなかった。今後、圧送を行うコンクリートのより良い品質管理を行う上で、スランプ低下量の変動の解析が必要と感じた。

また、上げ越し管理においては、計算により求めた値と、実際の現場で測量した結果との間に相違が見られたため、今回の施工において計算値の修正を行った。これは、橋脚の変動のしかたが計算値と全く違う動きをしていたことによるもので、当初より予測できなかったことであった。今回の結果をふまえた計算手法の確立が、施工精度向上を図る上で重要と考える。

5. 結び

今回の、新旅足橋の上部工の施工は、全国的にも施工例が少ない長大橋の施工であったが、施工業者との連携のもと、様々な検討を行い適正な品質・出来型で完了することができた。

今回実施した品質・出来型管理の手法、並びにその手法を決定するまでに至ったプロセスについてとりまとめた本論文が、全国で今後施工されるラーメン形式の長大橋等の参考となれば幸いである。

謝辞: 本論文を作成するに当たり、必要なデータの提供・助言などの御協力頂いた施工業者（三井住友・昭和コンクリート特定建設工事共同企業体）に深く感謝の意を表します。