

芳雄橋の品質管理について

渡邊 文恵¹

¹九州地方整備局 遠賀川河川事務所 工務課 (〒822-0013 福岡県直方市溝堀1-1-1)

芳雄橋は、平成15年7月の大出水による床上浸水対策特別緊急事業の一環として架け替えられることとなった。旧芳雄橋は、昭和3年2月に完成した国内3番目の鉄筋コンクリートの橋梁であり、中央部にバルコニーを有す、当時としては斬新かつモダンなデザインの橋梁であった。これを踏まえ、地域との意見交換会やアンケートを行った結果、新芳雄橋のデザインは、石を基調とした重厚感あるクラシカルなデザインが採用された。施工にあたっては、確実に品質を確保することを目的に、学識経験者、発注者、施工関係者、コンサルタントで構成する「芳雄橋施工管理検討委員会」を設立し、実施対策案を議論した。検討した対策案に基づいた施工を行うことで、所要の品質が確保されたコンクリート構造物を構築することができた。

キーワード 中空床版橋、温度ひび割れ

1. はじめに

福岡県飯塚市、遠賀川32k500付近を横架する旧芳雄橋は、平成15年7月19日出水を契機に、床上浸水対策特別緊急事業が採択され、架替工事中である。

旧芳雄橋は、昭和3年2月に国内3番目の鉄筋コンクリートの橋梁として完成した。中央部にバルコニーを有した、当時としては斬新かつモダンなデザインの橋梁であり、橋梁下の中洲（中之島）は、コスモス祭りや花火大会などに利用され、市民の憩いの場となっていた。新芳雄橋のデザインコンセプトは、市民との意見交換やアンケートにより、石を基調とした重厚感あるクラシカルなものが採用された（図1・2）採用されたデザインの新芳雄橋を架橋するにあたり、橋梁形式については、ポストテンション場所打ホロースラブ橋（以下中空床版橋とする）を採用した。中空床版橋は、他の橋梁形式よりも床版厚が薄くできるため、兩岸部の嵩上げが不要であり、道路縦断勾配も緩くできる。さらに場所打であるため、中央デッキや交差点形状などの橋面形状の変化に対応できる。

2. 芳雄橋の施工上の問題点

新芳雄橋で採用が決まった中空床版橋は、コンクリート打設時のボイドの浮き上がりやコンクリートの充填不足による損傷事例が多くみられる橋梁形式であり、旧日本道路公団においては、特段の理由のない限り採用を控える橋梁形式となっている¹⁾。

さらに近年はコンクリート構造物の品質向上が急務と



図1 新芳雄橋イメージパース遠景



図2 新芳雄橋イメージパース近景断面

言われており、土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言²⁾や土木コンクリート構造物の品質確保に向けた通達³⁾も出されている。特に新芳雄橋は、石で覆われた橋梁であり、完成後はコンクリートの表面を見ることができないことから、良質なコンクリートの施工が求められた。また、施工期間が非出水期である冬季に限定されており、さらにコンクリートの打設量が多いことから、温度ひび割れが生じる恐れがあった。

このように多くの課題を抱えていたため、国、県、市、

学識経験者、施工業者、資材業者、設計コンサルタントから構成する「芳雄橋品質管理検討委員会」を設け、芳雄橋の品質が確保できるよう、有効な対策について検討を行った。

3. 芳雄橋の品質確保のための対策

(1) 中空床版橋の施工に関する対策

芳雄橋は、桁高が小さく、変化する（変断面桁）という特徴がある。その点を考慮して、ボイドの浮き上がり防止対策を考えた。

a) 適正なボイドの使用

バンドの密着性を向上させるため、内リブのついたボイドを使用した。さらにコンクリート打設圧によるキャップの外れを防止するため、強力ビス止めにより取りつけた。また平成19年11月、ボイド最大手メーカーによるボイド強度試験結果の改ざんが明るみにでたこともあり、使用するボイドの強度試験（図3・表1）を行った。この試験の実施により、ボイドの強度の確認だけでなく、過度な補強を軽減することもできた。

b) ボイドの浮き上がり防止策

打設時の浮き上がりや移動を確実に防止するため、支持金具を強化し、補強鉄筋を配置するとともに、橋軸方向及び橋軸直角方向に鉄筋で結束した。さらに、ボイドのゆるみを防止するため、ダブルナットを採用した。

c) ボイドの浮力差の低減策

ボイドへの偏荷重を防止するため、浮力差が生じないようにコンクリートの打設計画をたてた。

d) 検測棒の使用

検測棒により、所要の上床版厚が確保されていることを確認した。

(2) コンクリート充填性の確保

新芳雄橋は、広幅員、変断面の中空床版橋であるという特徴を踏まえ、コンクリート充填性確保のために対策を検討した。

a) 高性能A E減水剤の使用

スランブを大きくし、充填性及び施工性（ワーカビリティ）を向上させた。

b) 細径、長尺バイブレーターによる締め固め

細径バイブレーター（φ40）を使用して、バイブレー

ターの挿入間隔を密にした。また、ボイド直下の締め固めのために、長尺マルチバイブレーターを使用して、充填性を向上させた（図4）。

c) 透明型枠の使用

下面から直接目視により、充填を確認を実施した。

d) 充填センサーの使用

ボイド下面に充填センサーを設置し、充填を確認した（図5）。

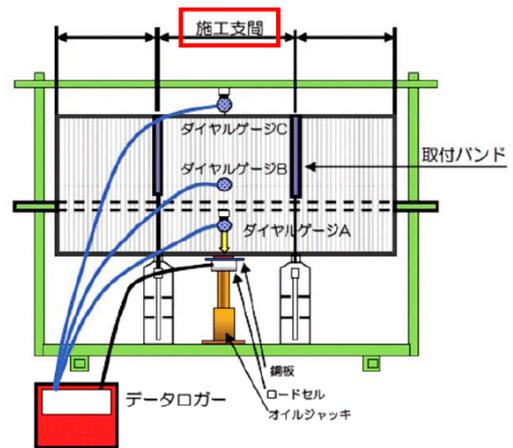


図3 ボイド強度試験

表1 使用ボイド一覧

径	カタログの板厚(mm)	今回使用の板厚(mm)	増加厚(mm)	その他補強材	試験スパン
φ1000	1.0	1.2	+0.2	L40*40*3(8本)	2mスパン
φ950	1.0	1.0	0.0	無し	1mスパン
φ900	1.0	1.0	0.0	無し	1.45mスパン
φ800	0.8	1.0	+0.2	無し	2mスパン
φ650	0.6	0.8	+0.2	無し	2mスパン
φ500	0.5	0.8	+0.3	無し	2mスパン

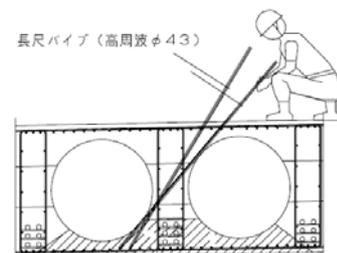


図4 長尺マルチバイブレーター施工イメージ

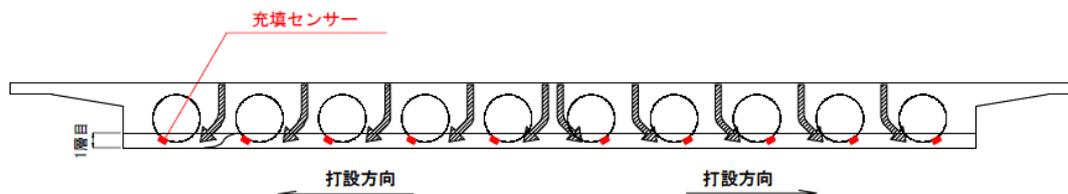


図5 充填センサー設置位置図

d) ビニールシートによる養生

側面，下面については，表面を保温するためにビニールシート養生を行った。

e) 打ち継ぎ部のプレストレス補強

施工性や補強量の調整が可能であったため実施した。温度応力に対する抵抗力をさらに増すことができた。

以上の事項を実施した結果を予測するため，温度応力解析により検証した。ひび割れ指数による評価を行うこととし（式1a），目標ひび割れ指数=1.0とした（図10・表3）。

$$I_{cr}(t) = \frac{f_{tk}(t)}{\sigma_t(t)} \geq \gamma_{cr} \quad (1a)$$

- $I_{cr}(t)$: ひびわれ指数
- $f_{tk}(t)$: コンクリートの引張強度
- $\sigma_t(t)$: コンクリートの最大主引張応力度
- γ_{cr} : ひび割れ発生確率に係る安全係数

検証結果は，充実断面（橋脚上）はひび割れ指数=1.01，中空断面（支間中央）はひび割れ指数=2.27となり（表4），目標ひび割れ指数を達成することがわかった。

施工中も温度測定を行ったところ，解析における想定よりもコンクリート内部と表面の温度差が小さく，温度ひび割れ抑制効果が高い状態であることがわかった（図11）。

4. まとめ

地域の人々が希望する橋梁デザインどおりに新芳雄橋を施工するため，施工にあたっては，産・学・官が一体となり，技術的課題を抽出し，解決策を講じ，所要の品質を確保することができた。

今回の品質確保の対策は，資機材によるものだけでなく，施工上の努力も多い。限られた工期の中では限界もあるが，品質の確保の基本は，丁寧で確実な施工であることを再認識することができた。

参考文献

- 1) 日本道路公団技術部構造技術課長事務連絡：コンクリートの形式選定および桁端部の処理について 平成 12 年 5 月 12 日
- 2) 建設省、運輸省、農林水産省：土木コンクリート構造物耐久性委員会の提言について 平成 12 年 3 月 28 日
- 3) 国土交通省大臣官房技術調査室課長通達：土木コンクリート構造物の品質確保について 平成 13 年 3 月
- 4) 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕2007 年度版

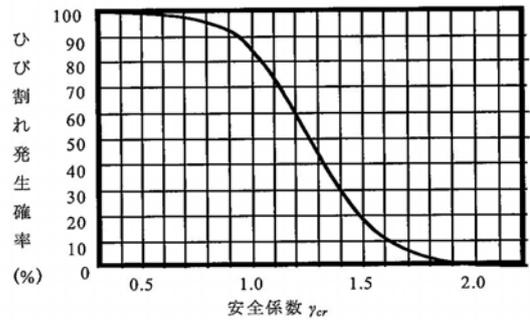


図10 安全係数 γ_{cr} とひび割れ発生確率

表 3 一般的な配筋における標準的なひび割れ発生確率と安全係数 γ_{cr} の参考値⁴⁾

温度ひび割れの制御水準	安全係数 γ_{cr}	ひび割れ発生確率
ひび割れを防止したい場合	1.75 以上	5%以下
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	1.45 以上	25%以下
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	1.00 以上	85%以下

表 4 検討ケース毎のひび割れ指数

○充実断面（橋脚上）

検討ケース	生コン	セメント量 (kg/m ³)	養生および型枠 (熱伝達率 η)		給熱養生	解析結果		備考
			上面	下面		最高温度 (°C)	ひび割れ指数	
ケース1	36-8-20	396	温水養生 ($\eta=8$)	マルチフォーム ($\eta=14$)	無し	64.6	0.71	
ケース2 (高性能AE減水剤)	36-12-20	372	"	"	"	61.7	0.75	VE提案①
ケース3 (高性能AE減水剤)	"	"	養生マット ($\eta=3$)	"	"	63.5	0.85	VE提案①+②
ケース4 (高性能AE減水剤)	"	"	"	合板型枠 ($\eta=8$)	"	64.2	0.96	
ケース5 (高性能AE減水剤)	"	"	"	"	有り	64.2	1.01	最低温度8°C

○中空断面（支間中央）

検討ケース	生コン	セメント量 (kg/m ³)	養生および型枠 (熱伝達率 η)		給熱養生	解析結果		備考
			上面	下面		最高温度 (°C)	ひび割れ指数	
ケース1 (高性能AE減水剤)	36-12-20	372	養生マット ($\eta=3$)	マルチフォーム ($\eta=14$)	無し	52.8	2.04	
ケース2 (高性能AE減水剤)	"	"	"	シート養生 ($\eta=8$)	"	53.8	2.27	

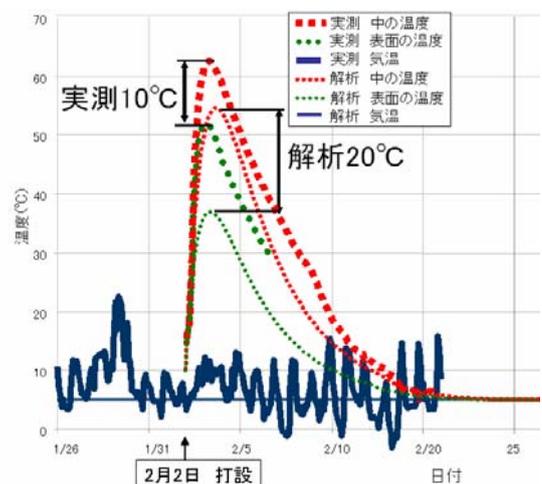


図11 コンクリート温度の解析値と実測値