

PCフィンバック橋の施工 —北陸新幹線 姫川橋りょう—

ピーエス三菱・興和・常磐 JV	○正会員	武田 哲郎
鉄道建設・運輸施設整備支援機構		綿貫 正明
鉄道建設・運輸施設整備支援機構		清田三四郎
ピーエス三菱・興和・常磐 JV	正会員	吉田 武

1. はじめに

姫川橋りょうは、新潟県糸魚川市に位置し、一級河川姫川を渡河する新潟県内の北陸新幹線では最長の橋梁である。本橋梁は、新幹線の橋梁形式として初めて採用された7径間連続 PC フィンバック橋で橋梁支点部に魚の背びれ(フィン)のようにウェブを突出させた中路構造であり、鉄道橋としては仙石線鳴瀬川橋梁(6径間連続桁、単線断面)に引き続き2番目(複線断面としては初)の採用となる。また、架橋位置は海岸線に近いことから塩害対策を行っている。そこで、本稿では姫川橋りょうの特徴、および施工について報告するものである。

2. 工事概要

姫川橋りょうの概要を以下に示す。また、位置図を図-1に、標準断面図を図-2に、完成予想図を写真-1に示す。

工事名：北陸幹(上・糸)、姫川B上部工他工事
 工事箇所：新潟県糸魚川市寺島・須沢地内
 工期：平成16年7月～平成19年7月
 発注者：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 鉄道建設本部 北陸新幹線第二建設局
 施工者：ピーエス三菱・興和・常磐 JV
 構造形式：7径間連続PCフィンバック橋

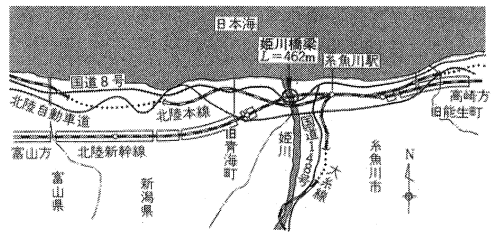


図-1 位置図

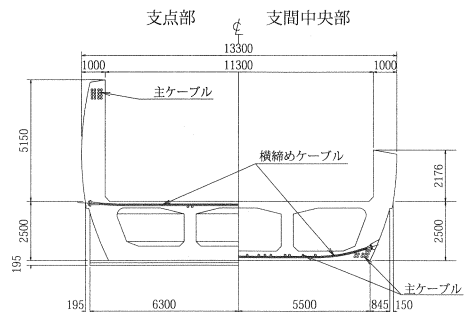


図-2 標準断面図

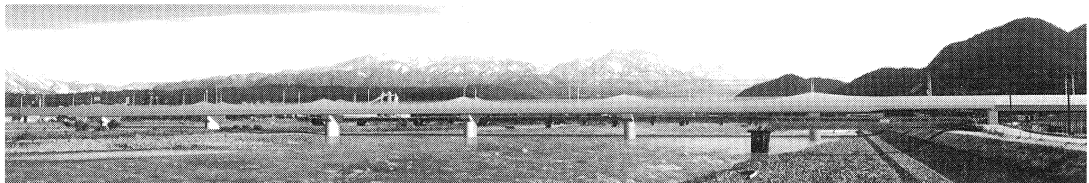


写真-1 完成予想図

3. フィンバック橋の特徴

フィンバック橋の構造的な特徴としては、以下のような事項が挙げられる。

- 1) ウェブ断面を橋面上に突出させたフィンバック部で、中間支点部の負の曲げモーメントとせん断力に対して抵抗させること。
- 2) フィンバック部にPCケーブルを配置することにより偏心量を大きくすることで桁高を低く抑えることができ、堤防上管理用道路の建築限界を確保すると共に線路縦断を低く抑えることが可能なこと。
- 3) フィンバックの断面に曲線形状を施すことにより、背景の山並みに調和すること。

4. 施工

4.1 施工に関する事項

本橋における工程表を表-1 に示す。姫川は急流河川であり洪水到達時間が短く増水するのが早いので、河川管理上の理由により非出水期の施工に限定された。図-3 に示すように施工方法は固定式支保工架設による7施工区分の分割施工であり、7施工区分を3回の非出水期に分けて施工する。また、1施工区分における主桁のコンクリート打設は、1回により行うことが耐久性からは好ましいが、打設数量が約1,500m³と多くポンプ車の配置スペース、打設に要する時間、鉄筋およびケーブルの保持、型枠および支保工の設置がきわめて困難であることから1施工区分をさらに①～④の4ブロックに分割して打設した。図-4および図-5に分割図を示す。このため、打継ぎ部の拘束および温度勾配の影響を把握するために、立体FEMによる温度解析を行い、ひび割れ幅抑制用の鉄筋補強を行った。また、最初に施工する①のコンクリート打設から主ケーブルの緊張完了までの60日程度要するので、設計上配置されている主ケーブルの一部および仮設ケーブル(シングルストランド)により、各ブロックのコンクリート打設2日後に主桁にプレストレスを与えることにより、施工段階での乾燥収縮によるひび割れの発生を抑制した。

表-1 工程表

	平成16年			平成17年							平成18年							平成19年										
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7			
準備工	[Gantt chart showing preparation work from July 2004 to July 2005]																											
鋼骨架	[Gantt chart showing steel skeleton work from July 2004 to July 2005]																											
PC桁製作架設工	[Gantt chart showing PC girder construction from July 2004 to July 2005]																											
第1施工区分	[Gantt chart showing construction of the 1st section from July 2004 to July 2005]																											
第2施工区分	[Gantt chart showing construction of the 2nd section from July 2004 to July 2005]																											
第3施工区分	[Gantt chart showing construction of the 3rd section from July 2004 to July 2005]																											
第4施工区分	[Gantt chart showing construction of the 4th section from July 2004 to July 2005]																											
第5施工区分	[Gantt chart showing construction of the 5th section from July 2004 to July 2005]																											
第6施工区分	[Gantt chart showing construction of the 6th section from July 2004 to July 2005]																											
第7施工区分	[Gantt chart showing construction of the 7th section from July 2004 to July 2005]																											
橋面工	[Gantt chart showing deck work from July 2004 to July 2005]																											
防水工	[Gantt chart showing waterproofing work from July 2004 to July 2005]																											

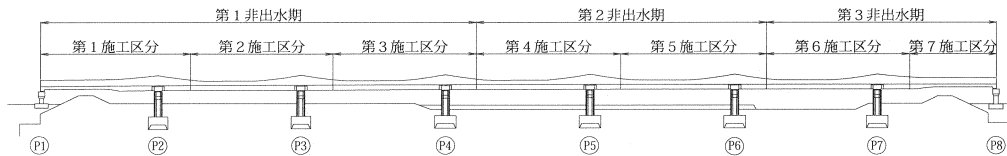


図-3 施工段階図

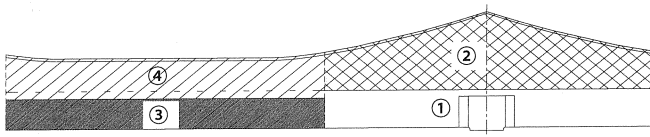


図-4 打設ブロック分割図(側面)

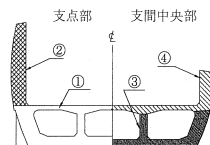


図-5 打設ブロック分割図(断面)

4.2 実物大模型による施工性試験

本橋は、箱桁部とフィン部が一体になった構造になっており、上床版付近において、600mm間隔に配置された横締めケーブル(12S12.7)と主ケーブル(12S15.2)が交差している。また、箱桁部上床版筋、ウェブスターラップ、フィン部スターラップ(D19~D25)がそれぞれ125mm間隔で入り組んで配置されており、コンクリート打設の施工性が懸念された。さらに、糸魚川地区ではアルカリ骨材反応に対し無害の骨材を供給することが難しいため、この地区で採掘される石灰石を骨材に100%使用した配合を採用した。フィン部の部材厚が1000mmと比較的大

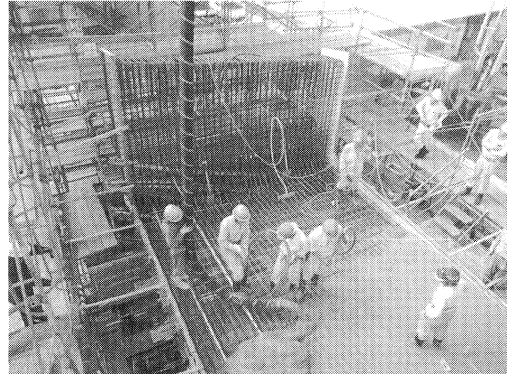


写真-2 試験体コンクリート打設状況

きいため水和熱による温度ひび割れ・収縮ひび割れ対策についても施工性とあわせて事前に配合試験を行った。ここで、水セメント比を小さくするために高機能型AE減水剤を用い、かつ、コンクリートのフレッシュ性状としては、高い流動性・間隙通過性を有し、なおかつ、材料分離抵抗性を有することを目標とした。

現地での実物大模型を用いた打設試験では、実際に鉄筋・ケーブルの配置を行い、その配置状況を確認し、打設時に充填状況が目視確認出来るように半透明型枠を部分的に使用した。図-6 に試験体として抽出した部位を、写真-2 にコンクリート打設状況を示す。また、試験体内に熱電対を設置し、内部温度を測定してFEM解析結果の検証を行った。試験の結果、ケーブル配置の困難な箇所鉄筋形状、組立順序を見直し、コンクリート打設方法等についても再検討を行い、本施工に反映させた。打設試験でのコンクリートのワーカビリティは良好であった。

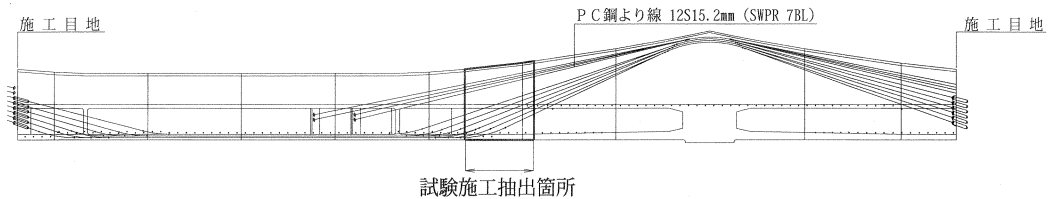


図-6 実物大試験抽出箇所

4.3 養生仮囲い

本橋梁は、日本海の海岸線から700m程度に位置し、施工する冬期は気温が低く暴風雪の吹き荒れる日が多いため、飛来塩分からの防護、コンクリートの適切な温度での養生、また、良好な施工環境を確保する目的で写真-3 および、図-7 に示す全体を覆う形式の大規模な上屋を設置した。

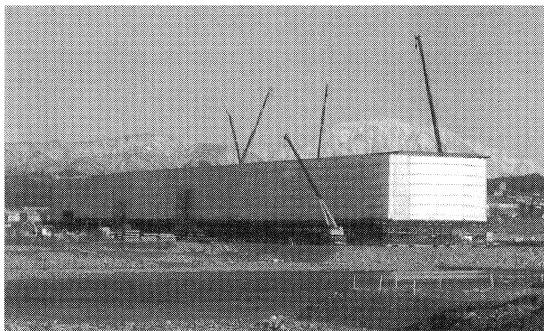


写真-3 養生上屋

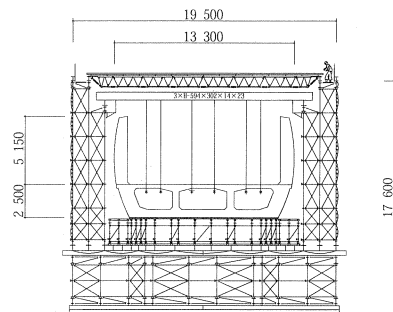


図-7 養生上屋断面図

4. 4 PCグラウト

フィン部におけるPC鋼材は、最大高低差 7.37m最大傾斜角度 24° 12' 36" で配置されており、グラウトが確実に充填できるかが懸念されたため、真空ポンプ併用グラウトシステムを採用した。本施工に先立ち、半透明シースを使用して実際のケーブル形状の試験体を製作し、グラウトの注入状況、および、充填状況を確認した。写真-4にグラウト試験体を、図-8に機材配置を、表-2に試験施工でおこなったグラウトの配合を示す。また、グラウト硬化後、シース断面を切断し充填状況を確認した結果良好であった。この結果をふまえ本施工では、W/C= 43 %の配合でグラウト充填を行った。

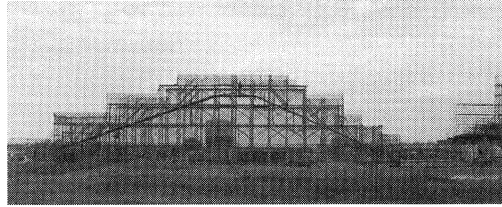


写真-4 グラウト試験体

表-2 グラウトの配合

水セメント比 (%)	単位重量 (kg/m ³)		
	高灰セメント	水	混和剤
43	1,319.5	567.4	13.195
44	1,302.3	573.0	13.023

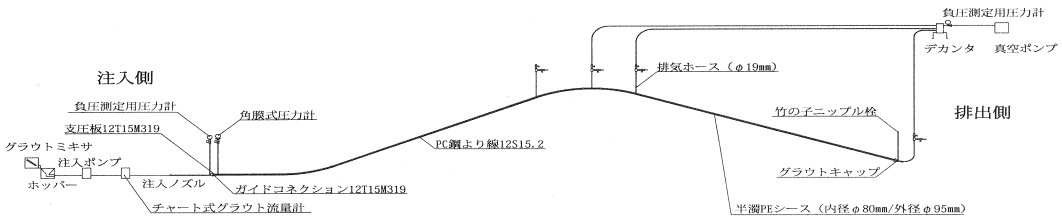


図-8 グラウト注入試験機材配置図

4. 5 表面保護工

近隣の高架橋における塩分浸透状況をみると、海岸線より 600m、経過年数 12 年におけるコンクリート表面からの塩素塩化物イオン浸透深さは概ね 5cmに達する。また、コンクリート打設時の発熱により発生する微細なひび割れも考慮し、所定の鋼材かぶりを確保するのみのでは無く、耐久性向上策として全周に塩害対策の表面保護工を行った。表-3に施工箇所と使用した表面保護工の種類を示す。

表-3 表面保護工の種類

施工箇所	表面保護工の種類
外側側面、底版	浸透性防水防止材 シラン・シトキサン系 (マジカルリペラー)
内側側面、橋面	浸透性無機系コンクリート改質材 (RCガード)
横締め後埋め部	浸透性無機系コンクリート改質材 (RCガード) + 防錆塗料 ハイバロン合成ゴム系4層 (タフコートB)

5. 終わりに

本橋は、試験施工の結果を本施工に反映し、PCフィンバック橋本体の第1~3施工区分の施工を終え、平成19年7月の完成を目指し施工中である。その状況を写真-5に示す。新幹線の橋梁形式として初めてのフィンバック橋である本橋に於いては、耐久性向上の目的からいくつかの新しい試みもされている。本報告が今後PC橋の発展の一助になれば幸いである。

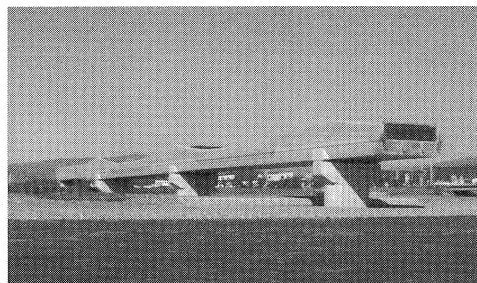


写真-5 施工状況(平成17年5月撮影)

最後に、本橋梁の設計および施工に関し、ご指導、ご協力を頂きました関係者各位に深く感謝し、ここに記して謝意を表する次第です。