

国道45号吉浜釜石道路 唐丹第一・第二高架橋

— 橋梁上下部工における高耐久化への取組み —

西村 護*1・松野 徹*2・中嶋 秀幸*3・岩城 孝之*4

国道45号吉浜釜石道路工事は、三陸沿岸道路の一部として東日本大震災からの早期復興に向けたリーディングプロジェクトとして位置づけられており、橋梁2橋（上下部工）とトンネル3本の総延長約3kmを構築する工事である。橋梁2橋（上下部工）の施工において、工期短縮だけでなく、ライフサイクルコストの低減を目指してさまざまな品質向上・耐久性向上に資する施行を実施している。本稿は、その施工事例について結果とあわせて報告するものである。

キーワード：ライフサイクルコスト低減、高耐久化、CF工法、品質確保

1. はじめに

三陸沿岸道路は、図-1に示すとおり宮城県・岩手県・青森県の太平洋沿岸を結ぶ延長359km、国土交通省東北地方整備局発注の自動車専用道路であり、東日本大震災からの早期復興に向けたリーディングプロジェクトとして位置づけられている。この路線の開通により、都市間の所要時間短縮、地域間の連携支援、災害発生時の通行止めルートの回避が期待されており、周辺地域からは一日も早い開通が望まれている。

また、今回新設する社会インフラを長期間にわたり健全な姿で供用し続けていくという方針に基づき、各種構造物の構築に際して、さまざまな取組みがなされている¹⁾。

本稿は、橋梁上下部工において実施した高耐久化への取組みについて報告するものである。

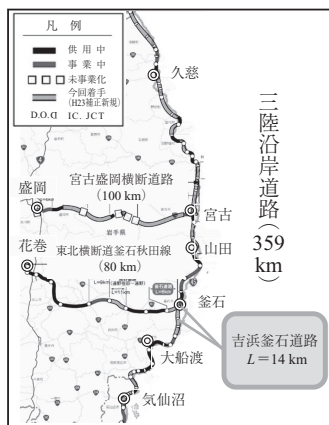


図-1 三陸沿岸道路全体図

2. 工事概要と課題

2.1 工事概要

吉浜釜石道路は、三陸沿岸道路の吉浜IC（仮称）～釜

石JCT（仮称）を結ぶ延長14kmの自動車専用道路であり、その一部である本工事は、橋梁2橋（上下部工）とトンネル3本の総延長約3kmを構築する工事である。全体工事概要を表-1に、2橋ある橋梁（唐丹第一高架橋、唐丹第二高架橋）の工事概要をそれぞれ表-2、3に示す。

表-1 全体工事概要

工事名称	国道45号吉浜釜石道路工事
発注者	国土交通省東北地方整備局
工事場所	岩手県釜石市唐丹町字上荒川～ 唐丹町字大曾根 地内
工期	(橋梁下部工) 平成26年3月13日～平成28年12月20日 (橋梁上部工、トンネル) 平成26年3月13日～平成29年3月31日
施工者	大林・富士ビー・エス特定建設工事共同企業体

表-2 唐丹第一高架橋 工事概要

道路規格	第1種第3級、設計速度80km/h
構造形式	(上部工) 4径間連続PCラーメン箱桁橋 (下部工) A1：ラーメン橋台、A2：逆T式橋台 P1、P2、P3：壁式橋脚 (基礎工) A1、A2：直接基礎 P1、P2、P3：柱状体深礎基礎
橋長	306.5m
支間長	63.2m + 2 @ 89.0m + 63.2m
有効幅員	12.0m
施工方法	張出し架設工法

表-3 唐丹第二高架橋 工事概要

道路規格	第1種第3級、設計速度80km/h
構造形式	(上部工) 6径間連続PCラーメン箱桁橋 (下部工) A1、A2：逆T式橋台 P1、P2、P3、P4、P5：壁式橋脚 (基礎工) A1、A2：組杭深礎基礎 P1、P5：柱状体深礎基礎 P2、P3、P4：場所打ち杭基礎
橋長	352.0m
支間長	42.5m + 4 @ 66.0m + 42.5m
有効幅員	12.0m
施工方法	張出し架設工法

各橋梁の橋梁一般図を図-2に、唐丹第一高架橋の主桁断面図を図-3に示す。

*1 Mamoru NISHIMURA：(株)大林組 吉浜釜石道路JV (工)

*2 Toru MATSUNO：(株)大林組 吉浜釜石道路JV (工)

*3 Hideyuki NAKAJIMA：(株)富士ビー・エス 吉浜釜石道路JV (工)

*4 Takayuki IWAKI：(株)大林組 生産技術本部橋梁技術部

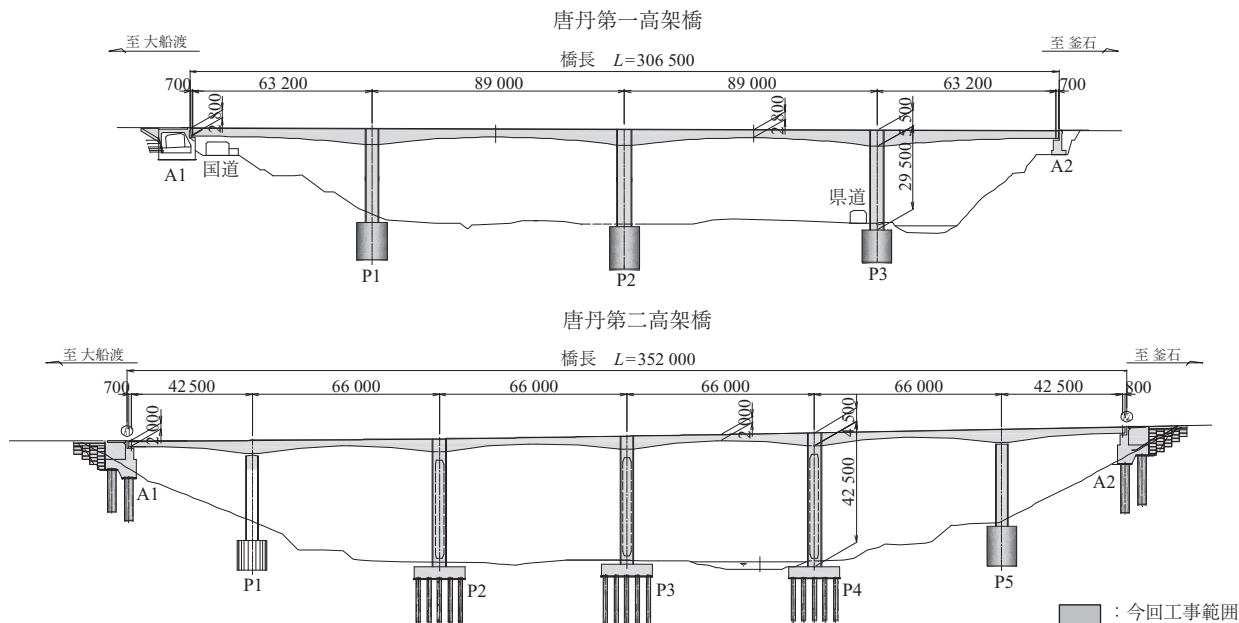


図 - 2 橋梁概要図

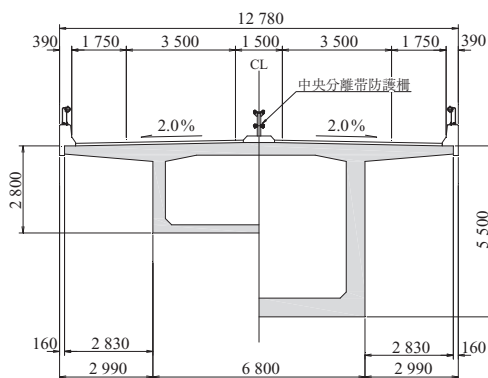


図 - 3 唐丹第一高架橋 主桁断面図

2.2 工事の課題

本道路事業は、前述のように工期短縮だけではなく、東北地方の気象による、凍害・塩害などの発生しやすい環境下であることを考慮して、道路新設時におけるインフラの長寿命化対策を推進している。

そこで、さまざまな品質向上・耐久性向上に資する工夫・配慮を行い、ライフサイクルコストの低減を目指しており、本工事においても、耐久性の高いコンクリート構造物の構築が求められていた。

以下にその事例について報告する。

3. 橋梁下部工

本工事では、橋脚の急速施工および品質向上を目的として、構築する7橋脚すべてにキャンバーフォーム工法（以下、CF工法という）を採用した²⁾。

3.1 CF工法の概要と特徴

橋脚は縦長の構造物であり、従来工法では、主にせき板や型枠支保工の剛性の観点から、1リフトの施工高さを4～5m程度に制限して施工することが多い。その結果、リ

フト数が多くなり構築に時間を要する。また、1リフトの施工高さが高くと、コンクリートの自由落下高さが高くなり、打込み時に材料分離が生じやすくなるとともに、締固め作業高さも高くなるため、締固め不足による充填不良が生じる危険性も高くなる。

一方、CF工法による橋脚の構築順序の概要を図-4に示す。まず、従来工法と同様に、当該リフトの施工高さまで足場および鉄筋を組み立てる。次に、親杭横矢板工法のように、約1m間隔でH形鋼（H-100）を建て込む。H形鋼は上部にて横つなぎアングルで互いに固定するとともに、壁つなぎ治具にて外周の足場とも繋ぐ。さらに、外周をワイヤー（φ9mm）にて固定する。なお、セパレータは向かい合うH形鋼同士に設置する。コンクリートの施工時には、コンクリートの打ち上りに応じて、厚さ36mm×縦90cm×横90cmの専用せき板を1段ずつ建て込み、横鋼管と木製キャンバーを設置して固定するという作業を順次繰り返していく。このように、CF工法は特別な技能や施工機械を必要としないことから、容易に適用することができる。

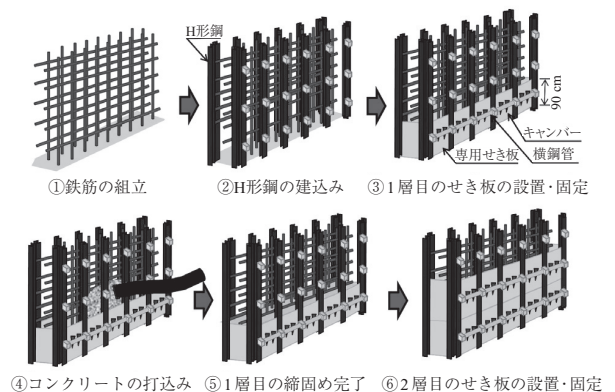


図 - 4 CF工法による橋脚の構築順序図

CF工法の特徴を以下に示す。

- ① 1リフトの施工高さを大きくすることによる工期短縮
H形鋼および専用せき板の剛性が高いことから、1リフトの施工高さを高くできるので、施工リフト数を低減し工期を短縮できる。
- ② 打込み高さの低減と確実な充填による構造物の品質確保
専用せき板は、コンクリートの打込みに応じて順次組み立てるため、コンクリートの打込み高さがつねに90 cm以下に制御でき、打込みに伴う材料分離の発生を抑制できる。また、つねに作業員の目線でコンクリートの締固め作業を行うことが可能であり、確実に充填することができる。
- ③ 専用せき板による表層品質の向上

専用せき板は通常の合板3枚をパネル化しており、厚さ36 mmと従来の合板(12 mm)に比べ厚いため、保温性が高く(熱伝達率4.6 W/m²℃)、温度ひび割れの発生を低減できる。また、せき板端部に加工されたホゾにより、打込み時にペースト分が流出しないことから、砂すじが生じにくく、仕上り面が良好となる。

3.2 CF工法による橋脚の施工

ここでは、図-5に示す唐丹第一高架橋のP2橋脚をCF工法で施工した事例を紹介する。施工した橋脚は断面5.5 m × 7.5 m、高さ28.5 mである。従来工法の場合、1リフトの施工高さを約5 mとし6リフトで施工する必要があるが、CF工法の採用により、1リフトの施工高さを9.9 mとしリフト数を3リフトに半減させた。これにより、橋脚の構築期間を30日(25%)低減できた。

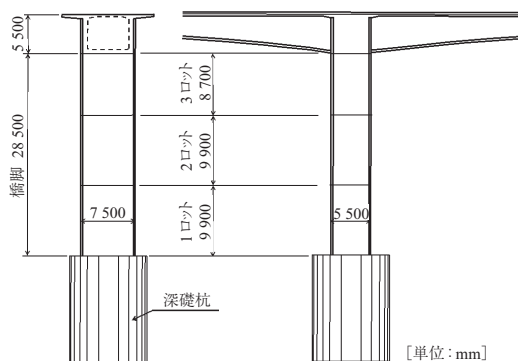


図-5 CF工法で構築した橋脚の概要図

コンクリートの打上り速度は、コンクリートの供給量、打込み・締固め作業ならびに型枠の設置作業に要する時間を考慮して0.9 m/hとし、11時間かけて構築した。コンクリートポンプは1台、φ50 mmのバイブレータを8台(躯体の中での締固め4台、外周でかぶり部分の締固めとして4台)使用した。さらに、次の層の打込み前にはφ40 mmのマルチバイブレータや軽便バイブレータを用いた再振動締固めを行った。また、コンクリートの打ち上りに合わせて、せき板を立て込む専属の作業員を4人配置した。

施工状況を写真-1に示す。コンクリートの打込みホースは、足場のわきから挿入して、打込み高さをつねに90 cm以下に制限した。写真に示すように、コンクリートの

打込みおよび締固め作業が作業員の目線の高さで行えることから、コンクリートの材料分離を抑制し、確実に締固めを行うことができた。コンクリートの打込み・締固めを終了した部分から、順次、専用せき板の立て込み、横鋼管の設置、木製キャンバーによるせき板の固定を行った。

コンクリート施工中は、躯体の短辺および長辺方向のそれぞれで部材全体の変形量(鉛直度)を測定したが、変形量は10 mm以内で、従来工法の場合と同等であり、管理値30 mm以内を十分に満足していた。CF工法は、順次せき板を建て込む工法であり、コンクリートが断面内で偏りなく、つねに均等に打ち上げられていくことも、変形量を小さく制御できた理由と考えられる。

CF工法により構築した橋脚の外観を、同様の形状の橋脚を従来工法で構築した場合の外観と比較すると、従来工法で構築した場合、コンクリートの打重ね線や色むらが認められる。一方で、CF工法で構築した場合には、それらはほとんど認められず、出来栄が向上していることがわかる。施工の基本的な事項であるが、コンクリートの打込み高さや締固め作業高さはできるかぎり小さくするのが良いことを改めて示す結果と考えられる。

CF工法で構築した橋脚を対象に、1リフト内の3か所(上段、中段、下段)でテストハンマーによる反発度、トレント法による透気係数、および表面吸水試験(SWAT)による表面吸水速度を測定した。測定は1か所あたり3点で行い、平均値を求めた。なお、測定は材齢91日以降に行った。

測定結果については、測定された透気係数KTおよび表面吸水速度P₆₀₀は、品質グレードで「良」や「良好」と判断される値であった。CF工法を採用することで、品質の高い橋脚を構築できることが確認できた(写真-2)。



写真-1 CF工法による橋脚の施工状況



写真-2 CF工法による橋脚の全景

4. 橋梁上部工

4.1 施工概要

橋梁上部工は、全橋脚において移動作業車による張出し架設工法を採用した。まず、脚頭部にブラケット支保工を用いて柱頭部を構築し（長さ $L = 12\text{ m}$ ）、中型移動作業車2台を設置した。その後、 $2.5\text{ m} \sim 3.5\text{ m}$ のブロックごとに、最大15BLの張出し架設を行った。中央閉合は移動作業車による閉合とした。

唐丹第一高架橋のP1, P3張出しについては、両側のブロック数が異なっているためアンバランスモーメントの検討を行い中央閉合完了後に側径間側に2BL分の2次張出しを行った。

唐丹第一高架橋では、A1 - P1間において国道45号線の直上を移動作業車が通過するため、メッシュシートによる防護工を確実に実施した（写真 - 3）。

また、12月～3月は寒中コンクリートとなり、日平均気温が最低で $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで低下した。そのため、移動作業車の外周足場をシートで覆った上で、移動作業車1機あたり4台のジェットヒーターによる給熱養生を実施した（写真 - 4）。また、部材厚の薄い張出し床版は、コンクリート硬化時の発熱量が小さく初期凍害のリスクが高いため、給熱マットを敷設して給熱養生を実施した（写真 - 5）。



写真 - 3 国道上空 防護工



写真 - 4 ジェットヒーター 給熱養生状況

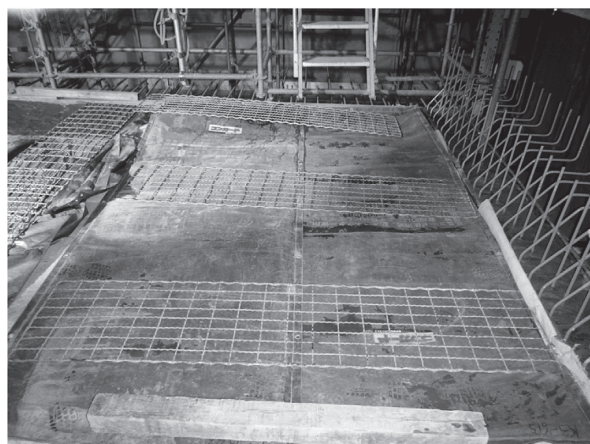


写真 - 5 給熱マット 給熱養生状況

次節以降に、橋梁上部工で実施した高耐久化に向けた試行（主桁コンクリート、主桁に使用する鉄筋、PCケーブルおよび定着具、支承）を紹介する。

4.2 主桁コンクリート

(1) コンクリートの空気量の管理

コンクリートの品質向上策の一つとして、生コンクリートの十分なエントレインドエアが耐凍害性に効果があることから、凍害対策としてコンクリートの荷受け時の空気量の目標値を「 $4.5\% \pm 1.5\%$ 」から「 5.0% 以上（現時点では、JISの上限値である 6.0% 以下）」に変更して打設を実施した。

空気量の誤差の範囲を「 $5.0\% \sim 6.0\%$ 」に収める必要が生じたため、生コンクリートプラントでの品質管理において下記の対策を講じた。

- 骨材の表面水率測定頻度を増加させた。
- 試し練り時に運搬時間や待機時間も考慮した空気量の経時変化を測定した。

その結果、厳しい規格値ではあるものの、規格値を逸脱することなく現場への生コンクリートの納入を実施できており、寒冷地で凍害対策として空気量を増加させる事例は、今後ますます増えていくと考えられる。一方で、空気量の規格値（とくに上限値）については、生コンクリートプラントでのばらつきも考慮した柔軟な対応が期待される。

(2) 調整コンクリートの一体化

当初の主桁断面は、水平に上床版コンクリートを打設して、その上に調整コンクリートを打設して左右に 2% の横断勾配を設ける計画であった。

しかし、この構造を採用した場合、調整コンクリートの厚さがもっとも薄い部分で 50 mm となるため、はく離しやすいという問題が生じた。また、上床版コンクリートと調整コンクリートを打ち継ぐことは、打継目から水や塩化物イオンの浸透を助長することとなり、上床版コンクリートの早期の劣化が懸念され、耐久性の観点からも問題があった。そこで、上床版コンクリートと調整コンクリートを一体化させ、上床版コンクリート施工時に一括して打ち込むこととした（図 - 6）。

これにより、調整コンクリートの施工を省略し、アスフ

ァルト舗装下面を一体化した床版とすることが可能となり、上床版コンクリートの耐久性が向上するものと考える。

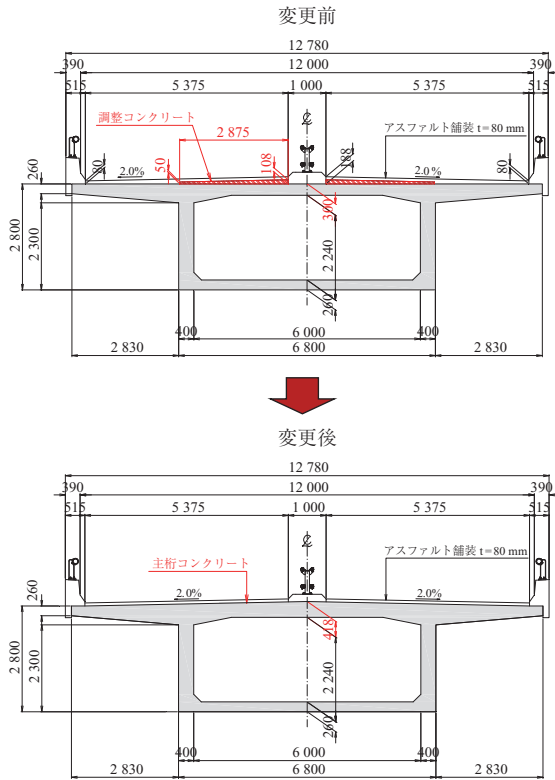


図 - 6 主桁断面図の変更

4.3 主桁に使用する鉄筋

主桁の上床版、地覆壁高欄の鉄筋をエポキシ樹脂塗装鉄筋に変更した(写真 - 6)。

これにより凍結防止剤、海水の塩分浸透による鉄筋の腐食が防止できるため、耐久性の向上が期待される。

なお、エポキシ樹脂塗装鉄筋の取扱いについては、吊上げ時にベルトスリングの使用を徹底し、被覆番線による緊結を行うなど、塗膜を損傷させない施工方法を選定した。また、各施工段階でエポキシ樹脂塗膜の損傷の有無を確認し、損傷があればすぐにタッチアップを行った。



写真 - 6 エポキシ樹脂塗装鉄筋組立完了

4.4 PC ケーブルおよび定着具

(1) PC ケーブル

外ケーブルには 19S15.2 を使用し、エポキシ樹脂被覆ケーブルからマルチエポキシ樹脂被覆ケーブルに変更した(写真 - 7)。内ケーブルには 12S15.2 を使用し、通常の PC 鋼より線からエポキシ樹脂被覆ケーブルに変更した上で、シース内にグラウトを注入した(写真 - 8)。

防錆性能をそれぞれランクアップさせたことにより PC ケーブルの腐食を防止できるため、PC ケーブルの耐久性向上が期待される。なお、内ケーブルではエポキシ樹脂被覆ケーブルを採用したことで、冬期のグラウト作業は実施していない。

また、横締めケーブルには 1S28.6 のプレグラウトケーブルを使用した。



写真 - 7 外ケーブル (マルチエポキシ樹脂被覆ケーブル)



写真 - 8 内ケーブル (エポキシ樹脂被覆ケーブル)

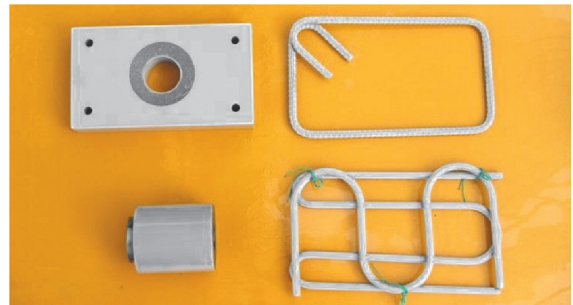


写真 - 9 1S28.6 鋼材の定着具



写真 - 10 12S15.2 鋼材の定着具・グラウトキャップ

(2) 定着具

内ケーブル・横締めケーブルの定着具・グラウトキャップにエポキシ樹脂を塗装した(写真 - 9, 10)。効果としては、打継目からの浸水に対してPC鋼材定着具の腐食を防止できるため、PC鋼材定着具の耐久性向上が期待される。

なお、アンカープレート・グリップ・ウェッジなどの接触部分は、塗装による摩擦係数の低減により緊張後の定着具の回転を防止するため塗装していない。

4.5 支 承

支承の金属部分を溶融亜鉛メッキ仕様からアルミ・マグネシウム合金溶射仕様に変更した(写真 - 11)。防錆性能が向上したことにより、金属の耐候性および耐久性の向上が期待される。

一方、溶融亜鉛メッキと比較して塗装のタッチアップが困難となるため、支承の設置段階および支承設置後の上部工施工段階において、塗装の損傷を与えないように細心の注意を払って施工を行った。

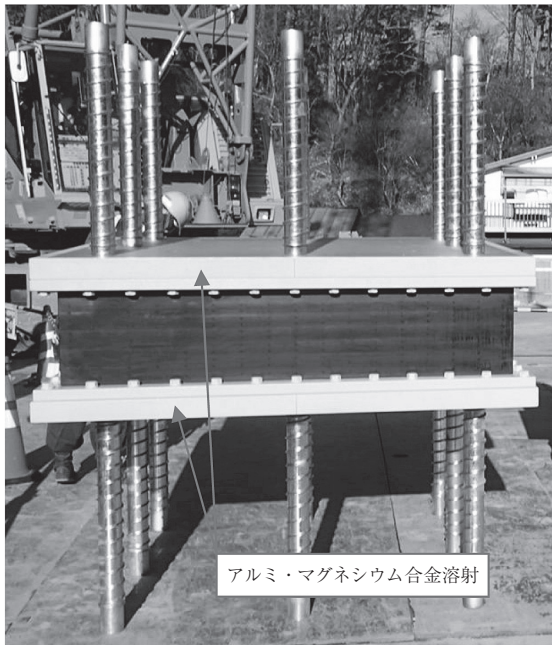


写真 - 11 支承 (アルミ・マグネシウム合金溶射仕様)

5. 品質確保と高耐久化への取組み

三陸沿岸道路の一連の建設工事では、コンクリート構造物の品質を向上させるため、「表層目視判定表」と「施工状況チェックシート」の活用を実施している¹⁾。それぞれについて以下に説明する。

5.1 表層目視判定表

コンクリートの施工完了後に出来栄を目視調査し、4段階の点数をつけて調査結果を数値化し、その結果をもとに施工方法を改善していく取組みである。出来栄の評価項目は、ひび割れ、表面気泡、打ち重ね線、砂すじ、豆板などである。

型枠脱型後10日後を目標に表層目視判定表に記載する

こととしており、前ブロックの出来栄の結果を踏まえて、次ブロックの打設時に改善していくことが可能となった。表層目視判定表を適切に活用することで、施工を重ねるごとに前ブロックよりもさらに出来栄の良いコンクリートを構築していくことが可能となっている。

本工事での表層目視判定の実施例を表 - 4 に示す。

表 - 4 表層目視判定表

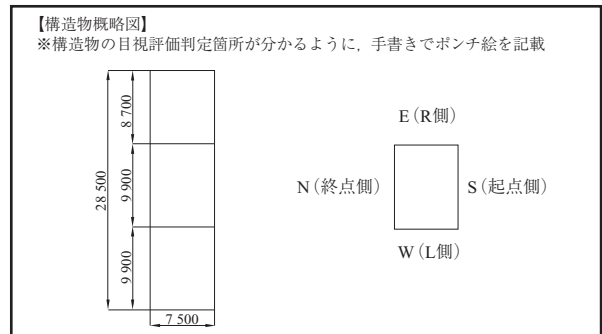
表層目視判定表

判定者氏名：西村 護
 構造物名：唐丹第一高架橋 P2 橋脚 ②ロット 日時・時間：H27.3.5 15:00
 判定時天候：晴れ

判定回数：_____

判定箇所番号	N	S	E	W
①沈みひび割れ	4	4	4	4
②表面ひび割れ	4	4	4	4
③その他のひび割れ	4	4	4	4
④表面気泡	4	3	3	3
⑤打ち重ね線	4	4	4	4
⑥-1型枠継目の砂すじ	3	3	3	3
⑥-2型枠継目の砂すじ	3	3	3	3
⑦面的な砂すじ	4	4	4	4
⑧豆板	4	4	4	4
備考				

※⑥-1は各層ごと、⑥-2は各ロットごとの判定を記入



表層目視判定における表層品質の例

	一般的に「良」とされる範囲			
	AAA 4点	AA 3点	A 2点	B 1点
①沈みひび割れ	・ピーコン近傍にも沈みひび割れがない	・目視調査範囲のピーコンのおおむね1/5以上に沈みひび割れが発生	・目視調査範囲のピーコンのおおむね1/2以上に沈みひび割れが発生	Aよりも劣る
②表面気泡	・5mm以下の気泡がほとんどない (目安：おおむね50個以下/m ²)	・5mm以下の気泡が認められる (目安：おおむね50個以上/m ²)	・10mm以下の気泡が認められる (目安：おおむね50個以上/m ²)	Aよりも劣る
③打ち重ね線	・近傍では打ち重ね線が認められるもの、約10m離れた遠方からは認められない	・約10m離れた遠方から、打ち重ね線が認められる	・約10m離れた遠方から、打ち重ね線がはっきりと認められる	Aよりも劣る
④型枠継ぎ目の砂すじ	・調査対象範囲に砂すじがほとんど認められない	・調査対象範囲のおおむね1/10以上に砂すじが認められる	・調査対象範囲のおおむね1/3以上に砂すじが認められる	Aよりも劣る
⑤面的な砂すじ	・調査対象範囲に砂すじがほとんど認められない	・調査対象範囲のおおむね1/10以上に砂すじが認められる	・調査対象範囲のおおむね1/3以上に砂すじが認められる	Aよりも劣る

5.2 施工状況把握チェックシート

本工事では、橋梁上部工、下部工ともに『コンクリート打設前』、『コンクリート打設時』、『コンクリート打設後の養生』の各施工段階において施工状況把握チェックシート

○ 工事報告 ○

を活用し、施工管理、品質管理の向上に努めている。これにより不具合の発生が防止できており、施工状況把握チェックシートの活用効果は高いと考えられる。

施工状況把握チェックシートの活用にあたっては、現場ごとで施工条件が異なるため、工事開始時に記載内容についてしっかり吟味するとともに、工事中においても随時修正を重ねることでより有効なものとなる。本工事での実施例を表 - 5 に示す。

表 - 5 施工状況把握チェックシート

【施工状況把握シート（コンクリート打込み時）】

事務所名	南三陸国道事務所	工事名	国道45号 吉浜釜石道路工事	工区	
構造物名	RC橋脚工	打設箇所	唐丹第一高架橋P2	リフト	2
受注者	大林・富士ビー・エスJV	立会人	日守 氏		
配合	27-8-20BB (膨張材)	確認日時	2014/12/19		
打込み開始時刻	予定 7:00 実績 7:00	打込み開始時気温	6	天候	晴
打込み終了時刻	予定 17:00 実績 17:00	打込み量 (m ³)	400 m ³	リフト高 (m)	9.9 m
施工段階	チェック項目				記述 確認
準備	運搬装置・打込み設備は汚れていないか。				○
	型枠面は湿らせているか。				○
	型枠内部に、木屑や結束線等の異物はないか。				○
	かぶり内に結束線はないか。				○
	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。				○
	コンクリート打込み作業員 ^(※) に余裕を持たせているか。				○
	予備のバイブレータを準備しているか。				○
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックしているか。				○
	型枠の固定は確実に行われているか。				○
	足場の固定は確実にされているか。				○
運搬	3層パネル・キャンバーの数値に余裕を持たせているか。				○
	練混ぜてから打ち終わるまでの時間は適切であるか。				○
	ポンプや配管内部の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。				○
	鉄筋や型枠は乱れていないか。				○
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。				○
	コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。				○
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。				○
	一層の高さは、85cm以下としているか。				○
	2層以上に分けて打ち込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に行っているか。				○
	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。				○
打込み	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。				○
	すべてのキャンバーは確実に打ち込まれているか。				○
	型枠自地の汚れを除去しているか。				○
	型枠の変位は3mm以内でコンクリートを打ち込んでいるか。				○
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。				○
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。				○
	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。				○
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。				○
	バイブレータは、穴が残らないように徐々に引き抜いているか。				○
	バイブレータで3層パネルを傷付けないう、保護しているか。				○
養生	棒パイプを使用し、躯体中央部やハンチ部の締固めを行っているか。				○
	仕上げ用バイブレータは適切な時間に締固めを行っているか。				○
	硬化が始まるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。				○
	コンクリートの露出面を湿潤状態に保っているか。				○
要改善事項	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。				○
	型枠および支保工の取外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。				○
要改善事項	特になし				
上記、要改善事項について改善指示します。	平成 年 月 日	主任監督員		監督員	
上記、要改善事項について了解しました。	平成 年 月 日	現場代理人		主任技術者	

5.3 施工方法の改善

橋梁下部工も橋梁上部工もサイクル施工であるため、前回のコンクリート施工の反省点を次回は改善するといったPDCAサイクルをスパイラルアップすることが可能であったため、施工方法の改善により、目的である品質向上を図ることができた。

また、これらのツールを施工管理に活用することで、ハード面からの高機能な材料を使用するだけではなく、ソフト面での丁寧で綿密な施工が実施され、ハード・ソフト両面から高耐久な構造物の構築を実現できると考えられる。

6. おわりに

吉浜釜石道路は、2019年に地元釜石市でも開催されるラグビーワールドカップや2020年開催の東京オリンピックに先駆けて2018年供用に向けて工事を鋭意進めているところである。

本稿で報告した事例が今後の類似工事の参考になれば幸いです。

最後に本工事の計画・施工にあたり、ご指導、ご協力いただいた関係各位に深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 佐藤和徳：復興道路等におけるコンクリート構造物の耐久性向上の取り組み、セメント・コンクリート、pp9-11, 2016.3
- 2) 佐藤和徳・西村 護・宮本賢浩・桜井邦昭：キャンパーフォーム工法（CF工法）による橋脚の急速施工と品質向上、コンクリート工学、pp.1058-1064, 2015.12

【2016年11月1日受付】