

# 函渠構造物における品質向上の取組み

## — 丹波綾部道路瑞穂 I C 函渠他工事施工報告 —

神崎恵三 \* 山崎健三 \*\* 吉井孝彰 \*\* 大久保武志 \*\* 前辻智 \*\* 新井達也 \*\*

丹波綾部道路瑞穂 I C 函渠他工事は、「京都縦貫自動車道 丹波綾部道路」の一部区間である瑞穂 I C (仮称) における工事である。本工事では、現場打ち函渠構造物のコンクリートの品質向上として、施工の各段階 (配合検討、コンクリート打設、養生方法、品質管理) において、様々な取り組みを計画し実施した。

本稿では、各々の取り組んだ事例について、施工時の工夫、品質向上効果、出来映え、コスト、他工事への水平展開の可能性などを報告する。

キーワード：SEC工法、ND-WALL工法、真空脱水処理工法、28日間湿潤養生、透気試験

### 1. はじめに

京都縦貫自動車道は、京都府の南北を結ぶ延長約100kmの自動車専用道路で、その一部区間である丹波綾部道路29.2kmが整備されると、行楽シーズンの国道9号と国道27号の渋滞の解消や、大雨等による周辺道路の通行止めが発生した場合の代替道路として機能する。また、宮津市役所から京都府庁間の所要時間が20分短縮され、京都北中部への観光客数増加による地域の活性化や人や物の流れの効率化が図られる。その中でも瑞穂 I C (仮称) は、国道9号と国道173号の両国道と連携した広域ネットワークを形成するとともに、その途中にある京都北部中核工業団地からのアクセスを向上させ、工業団地への企業立地の促進に一役買うことになり、未来への活力ある地域づくりへ大きく寄与することが期待されている。

本工事で対象となる現場打ち函渠は、瑞穂 I C (仮称) の B ランプの下を横断する構造物である (Fig. 1)。頂版スラブ面の土被りは小さく、供用後は車両の通行が多い。また、施工時期は冬季となり、施工箇所は山間部で昼夜の温度差が大きく、夜間は0℃を下回ることが予想される。

コンクリートの品質向上において、構造物の形状や気象条件を考慮した対策を講じることが重要である。本稿では実施内容と施工結果を報告する。



Fig. 1 完成イメージ図

- \* 本土木事業本部プロジェクト技術部
- \*\* 関西支店土木事業部土木部瑞穂 I C 作業所

### 2. 工事概要

工事名称：丹波綾部道路瑞穂 I C 函渠他工事

工事場所：京都府船井郡京丹波町和田地先～井脇地先

発注者：近畿地方整備局

工期：平成25年3月7日～平成26年12月31日

工事数量：

道路土工 掘削 136,250m<sup>3</sup> 盛土 237,000m<sup>3</sup>

法面工 26,000m<sup>2</sup>

函渠工 プレキャスト函渠 3基

場所打ち函渠 1基

擁壁工 補強土壁 769 m<sup>2</sup>

緑化テール 1,039 m<sup>2</sup>

その他

排水工 一式

調整池工 連結水路プレキャストカルバート2基

プレキャスト調整池1箇所

対象の場所打ち函渠構造物の構造を示す。内空高さ5.4m、内空幅6.7m、側壁厚0.7m、延長5mの構造物である (Fig. 2)。

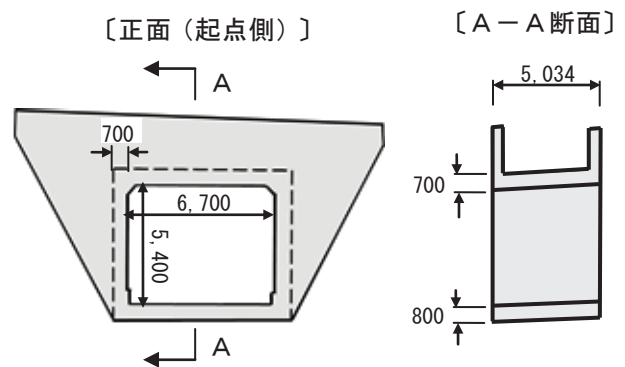


Fig. 2 カルバート構造図

### 3. 品質向上への課題と対策の抽出

本工事の現場打ち函渠構造物の施工において、構造や

気象条件などを考慮した上で、品質向上へ取り組む課題と対策を抽出した (Table 1)。

Table 1 函渠構造物における品質向上対策

品質向上へ取り組む課題	材料分離防止	温度ひび割れ抑制	乾燥収縮ひび割れ抑制	表面緻密性向上	止水性向上	凍害対策
【対策】	↓	↓	↓	↓	↓	↓
配合計画	SEC工法	—	—	—	—	—
打設の工夫	スパイラルインナーバイブレータ	ND-WALL工法	—	真空脱水処理工法 ハイブレード等	—	—
材料の工夫	—	ハイパーネット60	高性能収縮低減剤	—	吸水調整剤 外防水シート 止水リング	—
養生の工夫	—	保温型枠	28日間 湿潤養生	—	—	給湯養生
品質管理の工夫	24時間自動遠隔監視システムによる自動温度計測・連続R試験・透気試験					

以下に、実施した対策について記述する。

## 4. 材料分離防止対策

### 4. 1 SEC工法

SEC (Sand Enveloped with Cement) 工法は、練り混ぜ水を一次練りと二次練りの2回に分割して練り混ぜを行う工法である (Fig. 3)。

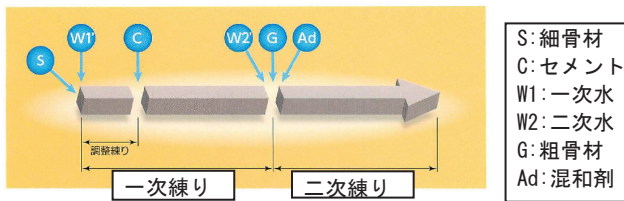


Fig. 3 SEC工法イメージ図

一次練りで一次水とセメントと細骨材を練り混ぜ、二次練りで残りの水と粗骨材と混和剤を練り混ぜる。結果として、細骨材の周囲が低水セメント比のペーストにより覆われ、かつ分割練り混ぜによりセメントが良く分散し、ブリーディングが少なく材料分離抵抗性の高いコンクリートとなるため、品質向上が期待できる。

通常、一次練り混ぜ水とセメントの比 (W1/C) は、理論式 (「参考文献 1」 p68. 3.1.1 一次水量の算定式 参照) により求まる数値29.2%を用いるが、本施工では、試験練り時に、W1/Cを29.2%に加え、0%、10%、20%、40%の5ケースで実施した。各々のケースに対するブリーディング率を測定して、ブリーディング率が最小となるW1/Cを本配合の最適W1/Cとして製造することとした。標準配合と各々のW1、W2の単位量を示す (Table 2)。

Table 2 コンクリート配合 (24-8-20BB)

水	セメント	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				減水剤
		細骨材		粗骨材		
W	C	S1	S2	G1	G2	SP
157	291	667	167	664	358	2.910
1	W1/C= 0%	W1=0.0kg/m <sup>3</sup>		W2=157.0kg/m <sup>3</sup>		
2	W1/C= 10%	W1=29.1kg/m <sup>3</sup>		W2=127.9kg/m <sup>3</sup>		
3	W1/C= 20%	W1=58.2kg/m <sup>3</sup>		W2=98.8kg/m <sup>3</sup>		
4	W1/C= 29.2%	W1=85.0kg/m <sup>3</sup>		W2=72.0kg/m <sup>3</sup>		
5	W1/C= 40%	W1=116.4kg/m <sup>3</sup>		W2=40.6kg/m <sup>3</sup>		

ブリーディング結果を Fig. 4 に示す。試験結果より、W1/C=29.2%の時 (理論式の数値)、ブリーディング水量が最小となった。このため、今回の打設でも通常通り、練り混ぜ水を一次練りでW1=85kg/m<sup>3</sup>、二次練りでW2=72kg/m<sup>3</sup>の割合で分割して練り混ぜを行うこととした。

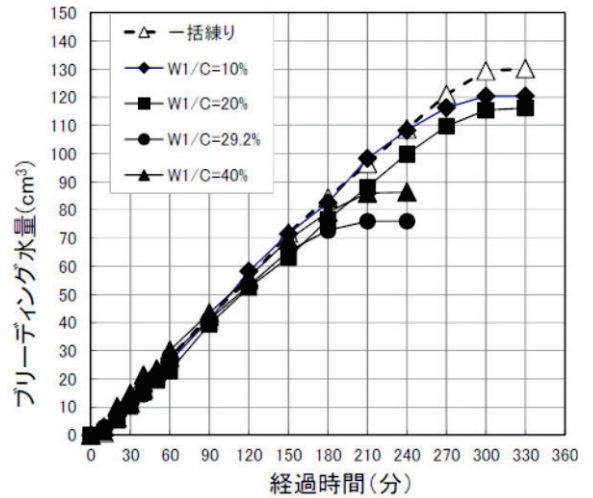


Fig. 4 ブリーディング水量変化図

SEC練りによるコンクリートは、材料分離が少なく、ブリーディングも少ないため、充填性に優れたコンクリートを打設することができた (Photo. 1)。



Photo. 1 SEC練りコンクリート

### 4. 2 スパイラルインナーバイブレータ

打設時の締固め効率を高めるため、スパイラルインナーバイブレータを使用した。本バイブレータは、振動体の表面に螺旋状の凹溝を施して生コンクリートとの接触面積をできる限り大きくして、接触抵抗を大きくすることで振動伝達効率を高めることができることに特長がある (Photo. 2)。

作業時は手元のスイッチでモータ回転方向の切替えを行い、挿入時は左回転により下向き推進力で鉄筋の隅々まで生コンを押し込み、遠方まで振動を伝達させる効果がある。一方、引き上げ時は右回転に切り替え、上向き推進力で生コン投入時の山部の崩しや均しに効果があり、気泡を上方へ排出させやすくする効果がある (Fig. 5)。

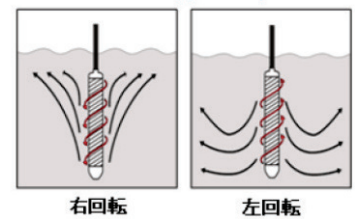


Photo. 2 スパイラルインナーバイブレータ Fig. 5 回転方向の効果

スパイラルインナーバイブレータの使用により、鉄筋が輻輳する側壁立ち上がり部や頂版ハンチ部等でも確実に締め固めることができ、コンクリートの仕上がり面も全体的に良好であった。

## 5. 温度ひび割れ抑制対策

### 5.1 ND-WALL工法

コンクリートは初期の温度上昇時に膨張し、また温度降下時に収縮する。この収縮変形が外部から拘束されず自由に収縮することができれば、温度応力は発生しない。しかし、下端が既設コンクリート等で拘束されると、自由な収縮変形ができず温度応力が発生する。特に壁状構造物においては、温度応力が卓越するため、断面を貫通するような大きな幅のひび割れが発生することがある。

このようなことから、壁状のマスコンクリート構造物においては、拘束体からの拘束を緩和することが、温度応力の低減対策として特に有効となる。ND-WALL工法は、底版と壁体部間の拘束低減効果を有する誘発目地を設けた先行壁体部を、底版と同時に打設し、後行壁体部との拘束を緩和することで、温度応力の発生を低減するものである (Fig. 6)。

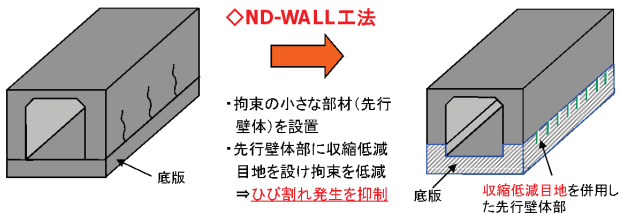


Fig. 6 ND-WALL工法概念図

具体的には、函渠の側壁を上下2分割し、先行壁体部 (高さ約1m) と後行壁体部に分ける。コンクリート打設は、底版と先行壁体部を同時に打設 (1リフト) し、次のリフトで後行壁体部と頂版を同時に打設 (2リフト) した。先行壁体部の中心には、止水機能を有する誘発目地材「サンタックスパンシール」を設置した (断面欠損率48%)。施工着手前に、ND-WALL工法の効果を事前に把握するために、実際の予定打設日に基づいた3次元FEM温度応力解析を実施した (Table 3, Fig. 7)。

3次元FEM温度応力解析によるひび割れ指数分布の結果を示す (Fig. 8)。

Table 3 コンクリート打設日と打込み温度

打設部位	打設日	日平均気温 (°C)	打込み温度 (°C)
1リフト 底版+先行壁体	11/5	13.1	18.1
2リフト 後行側壁+頂版	11/29	7.2	12.2

日平均気温は、気象庁データより参照。コンクリート温度は気温+5°Cで設定

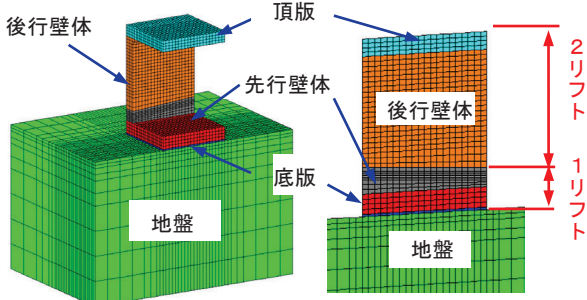


Fig. 7 温度応力解析モデル図

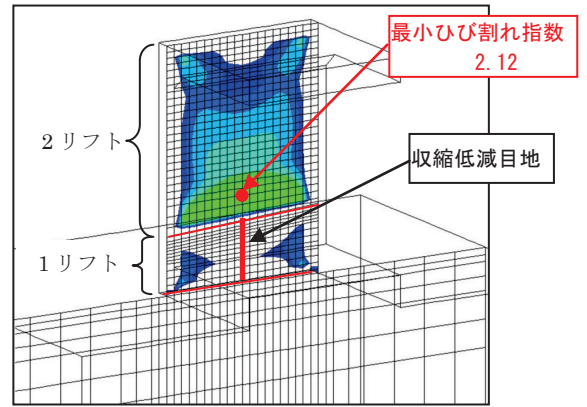


Fig. 8 ひび割れ指数分布図

解析結果より、最小ひび割れ指数が2リフト (側壁上部の下部) で2.12という結果となった (ND-WALL工法を使用しない場合の最小ひび割れ指数は、0.9程度)。コンクリート標準示方書より、ひび割れ指数2.12は、ひび割れ発生確率が10%以下となる。

先行側壁部の収縮低減目地設置状況、及び打設完了後の仕上がり写真を Photo. 3, Photo. 4 に示す。本対策の結果、打設後、6ヶ月の段階で温度応力が原因と想定されるひび割れは発生していない。

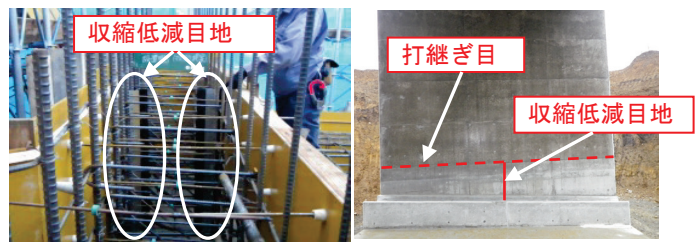


Photo. 3 収縮低減目地設置状況 Photo. 4 仕上がり内面

### 5.2 耐アルカリ性ガラス繊維「ハイパ-ネット 60」

ND-WALL工法により、下面拘束による鉛直ひび割れの抑制を実施するが、さらなる抑制対策として、ひび割れ指数が最も小さい2リフト下部 (1リフトとの打継ぎ部周辺) に耐アルカリ性ガラス繊維「ハイパーネット60」を50cmピッチで3段設置する (Fig. 9, Photo. 5)。

ハイパーネット60は、高い引張剛性とコンクリートとの良好な付着性能があるため、引張応力の働く箇所に配置することでコンクリートとの付着面積を大きくことができ、引張応力の均一分散をはかり、有害なひび割れを抑制できる (Fig. 10)。

2リフト下部において、ND-WALL工法との併用により、ひび割れ抑制に効果があつたと考えられる。

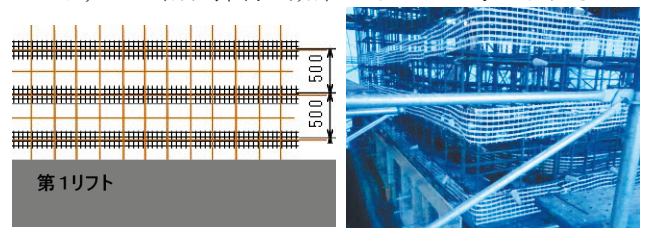
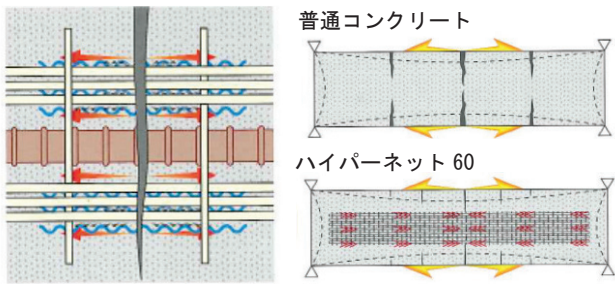


Fig. 9 ハイパーネット 60 設置図 Photo. 5 設置状況



応力の均一分散を図り有害なひび割れを抑制する  
Fig. 10 ハイパーネット 60 ひび割れ抑制概念図

### 5. 3 保温型枠「型丸」

側壁と頂版下面には、断熱性能の高い型枠「型丸」を使用した。型丸は、合成樹脂中空板と耐水性板紙で構成されており (Fig. 11), 熱伝達率 ( $\eta$ ) の値が  $4.6 \text{ (W/m}^2\text{C)}$  となり, 養生マットと同程度の保温性能がある (Table4).

型丸を使用することにより, 打設後の外気温の変化によるコンクリート表面温度の急変を防止できる。温度降下が緩やかになることから内部温度との温度差が小さくなり, 内部拘束にともなうひび割れ抑制に効果がある。

保温型枠は, 後述する「24 時間自動遠隔システムによる自動温度計測」(以後「温度ロイド」)により, コンクリート温度を自動計測し, コンクリート温度が「外気温 +2°C」まで降下したことを確認したのち, 脱枠することとした。これより, 脱枠直後のコンクリート表面温度の急冷によるひび割れを防止することができた。使用状況を Photo. 6, 7 に示す。

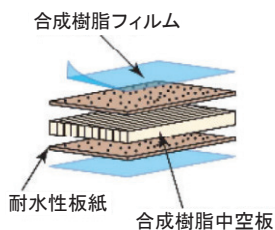


Fig. 11 型丸構成図

Table 4 熱伝達率参考値

	養生方法	$\eta \text{ (W/m}^2\text{C)}$
1	メタルフォーム	14
2	合板	8
3	シート	6
4	養生マット	5
5	発泡スチロール(50mm)+シート	2



Photo. 6 頂版下面使用



Photo. 7 側壁使用

## 6. 乾燥収縮ひび割れ抑制対策

### 6. 1 長期間湿潤養生の実施

型枠脱枠後の養生として, 部位毎に以下のように実施した。

- (1) 函渠側壁: 湿潤養生マット「アクアマット R (鉛直面タイプ)」を敷設し, 28 日間湿潤養生を実施した (Photo. 8)。

- (2) 函渠頂版上面及び底版: 湿潤養生マット「アクアマット S (水平面タイプ)」を敷設し, 28 日間湿潤養生を実施した (Photo. 9, 10)。
- (3) 函渠頂版下面: 型枠を 28 日間存置した。ハンチ部は, 「コンクリート保水養生テープ」を敷設し, 28 日間湿潤養生を実施した (Photo. 11)。



Photo. 8 側壁養生



Photo. 9 底版上面養生



Photo. 10 頂版上面養生



Photo. 11 ハンチ面養生

脱枠後のコンクリート面に対し, 湿潤状態を標準養生より長い期間である打設後 28 日目まで保持することで, コンクリート表面の水和反応促進による緻密化と乾燥収縮ひび割れが抑制され, 打設後, 6 ヶ月の段階で乾燥収縮が原因と想定されるひび割れは認められていない。

### 6. 2 高性能収縮低減剤「クラックセイバー」

函渠の長期的耐久性を向上を図るため, 脱枠後, 函渠内面に高性能収縮低減剤「クラックセイバー」を塗布した ( $150\text{g/m}^2$ )。クラックセイバーは, コンクリート中の自由水の表面張力を低減し, 毛細管張力を減少させることにより乾燥収縮を抑制し, ひび割れを低減する効果がある。使用状況を示す (Photo. 12, 13)。

函渠内面において, 乾燥収縮が原因と想定されるひび割れは発生していない。

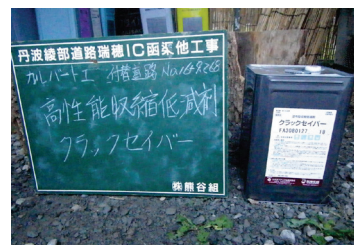


Photo. 12 クラックセイバー



Photo. 13 塗布状況

## 7. コンクリート表面緻密性向上

### 7. 1 真空脱水処理工法「ベストフォーシステムCN 工法」

頂版, 底版上面の仕上げは, 締固め, 粗均しを行った

のち表面に浮き出すブリーディングが収束するのを確認してから2次仕上げを行うのが通常である。本施工では、コンクリート表面の緻密性向上を目的として、真空脱水処理工法「ベストフローシステムCN工法」を実施した。

本工法は、ブリーディングが収束し、2次仕上げを行う前に、専用のマットと真空ポンプを使用し、コンクリート表面に浮き出してこない余剰水をさらに強制吸引し、排出を行うものである (Fig. 12, 13)。

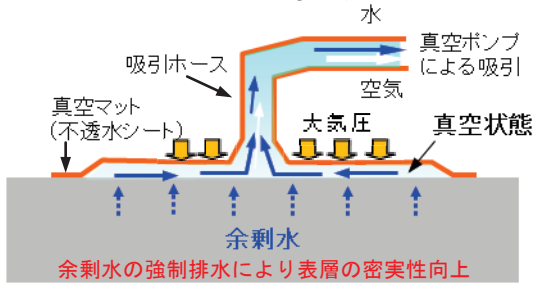


Fig. 12 真空脱水処理工法概念図

施工時は、マット内の真空度が60%以上であることを真空計で確認しながら実施した。真空脱水処理完了後、養生剤「マスターキュア106」を散布し金コテ仕上げを行った。

マスターキュア106は、水性タイプの養生剤で、散布することでコテの滑りを向上させるとともに、水分の蒸発を抑制し、急激な乾燥によるプラスチックひび割れの発生を低減させることができる。

施工状況を示す (Photo. 14 ~17)。本工法の実施により、ブリーディング発生により弱化層になりやすい頂版・底版上面表層部を密実に構築することができ、仕上がり状況も良好であった。

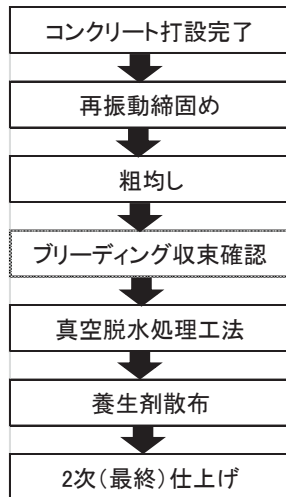


Fig. 13 施工フロー



Photo. 14 真空脱水処理状況



Photo. 15 真空度目盛り



Photo. 16 養生剤散布状況



Photo. 17 2次仕上げ状況

## 7. 2 締め工夫 (側壁・ウィング・高欄)

函渠側壁の型枠と鉄筋の隙間 (かぶり部) には、エア一抜き及びPコン下の沈降ひび割れを抑制する目的で、細径のパイプレータを使用し、外部振動機 (壁打ちパイプレータ) で再振動を実施した (Photo. 18, 19)。

ウィング部斜面の再振動及び型枠表面のエア一抜きには、先端に2~3m程度の鋼管パイプを使用した槍状のパイプレータを使用した (Photo. 20)。

高欄部には先端部が楕形状のピカコンを型枠内面に当たるように挿入し、抜き取ることにより、コンクリート表面のエア一抜きを実施した (Photo. 21)。



Photo. 18 細径パイプレータ



Photo. 19 壁打ちパイプレータ



Photo. 20 槍状パイプレータ



Photo. 21 ピカコン

## 8. 止水性向上

### 8. 1 水平打継ぎ面

水平打継ぎ面とセパレータ部からの止水性を向上するために、水平打継ぎ面は、打設翌日にレイタンス処理を行い、かつ上部コンクリート打設前にアクリル系吸水調整材「エフェクトA」を散布した (Photo. 22, 23)。これより、上部コンクリート打設時に旧コンクリートへ水分が吸水することによる、ドライアウトを防止できた。



Photo. 22 エフェクトA



Photo. 23 散布状況

脱枠完了後、水平打継ぎ面の外側 (将来埋戻しにより土中に埋まる箇所) に、ベントナイト・アスファルトハイブリット防水シート「クニシート」を敷設した (Photo. 24, 25)。

これより、埋戻し後の構造物打継ぎ面への地下水の浸透を遮断することができ、長期的耐久性が向上する。

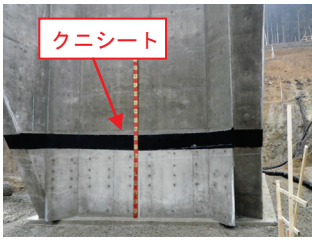


Photo. 24 敷設状況（側壁部）

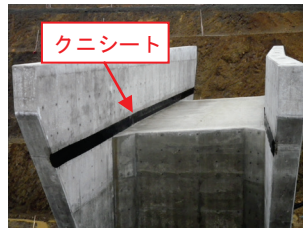


Photo. 25 敷設状況（高欄部）

## 8. 2 セパレータ部

セパレータ部には、セパレータ用水膨張性止水リングを使用した。これより、硬化後にコンクリートの収縮等により生じるセパレータ部からの漏水を防止できる。使用状況を示す（Photo. 26, 27）。

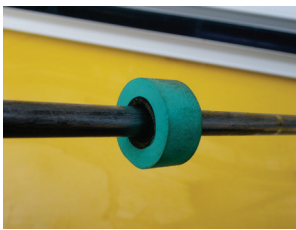


Photo. 26 止水リング



Photo. 27 設置状況

## 9. 凍害防止対策

コンクリート打設は秋から冬にかけて実施し、夜間の気温が0℃を下回ることが予想されたため、打設直後の初期凍害防止対策として、給熱養生を実施した。

外周足場及び屋根全体をシートで覆い、シート内にジェットファーンレスと風管を配置し、シート内全体に暖気が行き渡るように計画した。給熱養生は、打設時に採取したテストピースにより圧縮強度試験を行い、圧縮強度が5N/mm<sup>2</sup>以上が確認できるまで実施した。かつその後2日間コンクリート温度を0℃以上保つよう管理した。保温養生期間中の温度管理は、後述する「温度ロイド」を使用して実施した。設置状況を示す（Photo. 28～31）。



Photo. 28 シート養生



Photo. 29 ジェットファーンレス3台設置

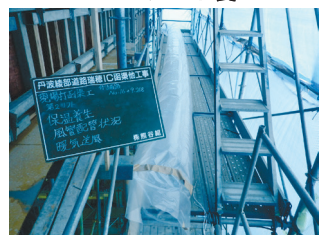


Photo. 30 シート内風管養生(1)



Photo. 31 シート内風管養生(2)

## 10. 品質管理

### 10. 1 24時間自動遠隔監視システムによる自動温度計測

28日間湿潤養生や暖気養生管理は、モバイル式コンクリート養生温度管理システム「温度ロイド」を使用し、養生中のコンクリート温度、湿度を24時間自動計測を実施した。設置位置と測定項目を示す（Fig. 14, Table 5）。

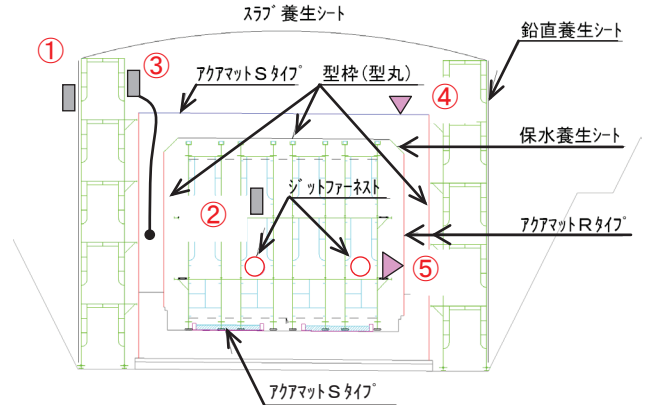


Fig. 14 自動遠隔監視システム配置図

Table 5 測定項目一覧表

機器	測定項目	測定箇所	警報値	管理基準	設置時期
①	温度測定	外気温度	—	—	第1リフト打設後
②	温度測定	室内温度	5℃	5℃以上	第1リフト打設後
③	温度測定	コンクリート温度	4℃	0℃	第2リフト打設後
④	湿度測定	頂版マット内湿度	79%	80%以上	アクアマット設置後
⑤	湿度測定	側壁マット内湿度	79%	80%以上	アクアマット設置後

各機器の設置状況を示す（Photo. 32～37）。



Photo. 32 外気温度測定

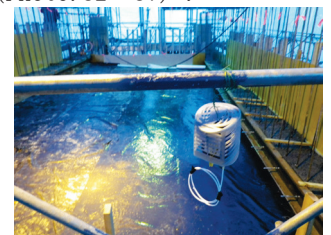


Photo. 33 室内温度測定

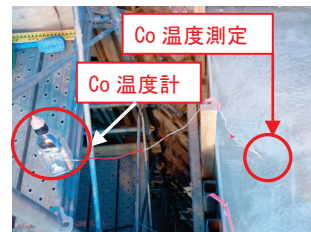


Photo. 34 Co温度測定



Photo. 35 37.3℃（打設2日目）



Photo. 36 頂版湿度測定



Photo. 37 側壁湿度測定

各機器で設定した温度、湿度の管理値が警報値となった時点で担当職員の携帯電話にメールが自動送信されるとともに、パトライトユニットを事務所に配置し、点滅、警報で警告する (Photo. 38, 39) .

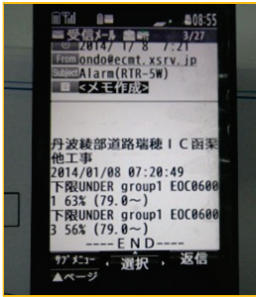


Photo. 38 メール受信画面 Photo. 39 事務所内警報ユニット

メール送信等により、温度、湿度が警報値まで下がった場合は、ジェットファーンエスの風量を調整したり、湿潤養生マットを湿潤状態にすることで対応した (Photo. 40) .



Photo. 40 養生マット散水状況

### 10.2 単位水量の連続測定

コンクリート受入れ時の品質管理として、施工管理要領に定められた単位水量試験 (エアメーター法) に加えて、「連続式R I コンクリート水分計 (COARA)」を設定し、コンクリート中の単位水量を連続的に測定した。配合設計値の±15kg/m<sup>3</sup>を管理値、±20kg/m<sup>3</sup>を指示値と定め、生コン車1台毎の単位水量をリアルタイムにパソコン画面で確認しながら傾向を把握し、管理値に達する前に生コンプラントへ改善指示を出すことで、単位水量の変動幅を小さくすることができた。設置、確認状況を示す (Photo. 41, 42) .

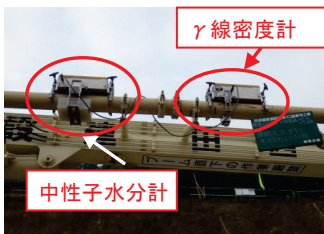


Photo. 41 設置状況

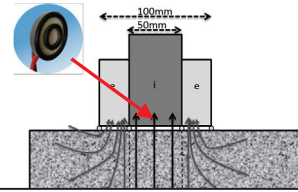


Photo. 42 単位水量確認状況

### 10.3 透気試験

完成した函渠に対して、コンクリート表層の品質を評価する目的で、「トレント法による透気試験」を実施した。本工法は、コンクリート表層の気体の通しやすさ (透気性) を測定する方法で、透気試験機 (パーマ・ツール) を使用して比較的容易に計測できる非破壊試験である

(Fig. 15, Photo. 43) . この試験の特徴は、一定の断面積 (Fig. 15 の左上のインナーチャンバー50mm) に対し、一定方向から吸引された空気量から透気性を求めることができ、Table 6 に示す透気係数(kt)で評価する。



コンクリート内の空気を吸い上げる

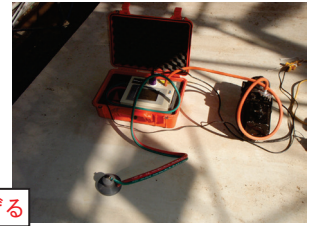


Fig. 15 トレント法概念図 Photo. 43 透気試験機器

Table 6 透気性区分評価

透気係数 KT (×10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> )	~0.01	0.01 ~0.1	0.1 ~1	1 ~10	10 ~100
評価	優	良	一般	劣	極劣

測定は、側壁内外面と底版・頂版上面 (スラブ面) の計10箇所で行った (Table 7, Fig. 16) . これより、全ての箇所での評価が「良」以上であった。さらに底版・頂版上面 (スラブ面) の透気係数の値 (測点3, 5の値) は、他測点より優れていることが確認できる。これは、7章で述べた「真空脱水処理工法」の効果が大いと考えられる。

Table 7 測定部位及び測定結果

測定位置	部位	透気係数 kt (×10 <sup>-16</sup> )	測定位置	部位	透気係数 kt (×10 <sup>-16</sup> )
測点1	側壁内面	0.081	測点2	側壁内面	0.017
測点3	底版スラブ面	0.001以下	測点4	底版側面	0.007
測点5	頂版スラブ面	0.001以下	測点6	側壁内面	0.018
測点7	側壁外面	0.003	測点8	側壁外面	0.001以下
測点9	側壁外面	0.065	測点10	側壁外面	0.025

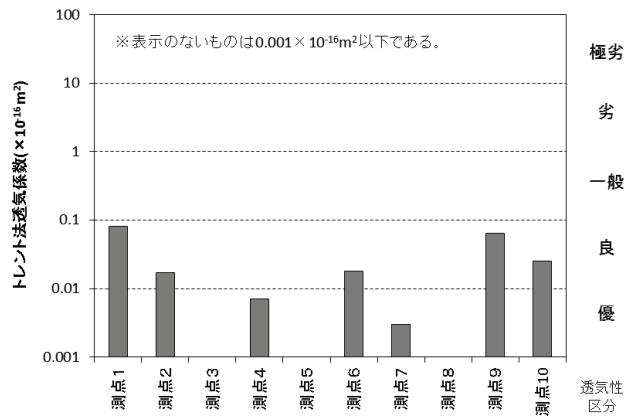


Fig. 16 透気試験測定結果一覧図

## 11. まとめ

これらの品質向上対策を実施し、完成した函渠を示す (Photo. 44~46) .

最後に、今まで各章で述べた品質向上の取り組み対策について、効果やコスト、水平展開等についてまとめたものを示す (Table 8) .



Photo. 44 函渠正面（起点側）



Photo. 45 函渠側面



Photo. 46 函渠正面（終点側）

Table 8 品質向上取組みのまとめ

品質向上対策	適用部位	施工	コスト	品質効果（標準案と比較して）	他工事で適用するにあたって	施工	コスト
SEC工法	全部位	◎	△	ブリーディング量が少なく、強度増進にも寄与する	使用プラントが対応できるか事前に確認必要	◎:容易	◎:安価
スパイラルリナーパイプレータ	全部位	◎	◎	起振力が大きく、締固め度が高まる	特に問題なし	○:普通	○:普通
ND-WALL工法	先行壁体	○	◎	下面拘束からのひび割れを抑制できる	底板と先行壁体を同時に打設する場合、型枠の工夫が必要	△:困難	△:高価
ハイパーネット60	後行壁体の下部	○	○	下面拘束からのひび割れを抑制できる	ハイパーネット設置箇所での締固めを入念に行う必要あり		
保温型枠	後行壁体、頂版下面	△	△	コンクリート表面の急冷を抑制でき、かつ内部と外部の温度差を小さくできる	型枠の剛性が小さいため補強が必要		
28日間湿潤養生	底板頂版上面、側壁上部	△	△	標準養生より長期間行うことで、乾燥収縮ひび割れ抑制効果が増大する	維持管理に手間がかかる		
クラックセイバー	側壁内面、頂版下面	◎	○	現段階では効果は不明だが、長期的乾燥収縮抑制に効果を発揮すると考えられる	養生剤の中では低価格の分類に入る		
真空脱水処理工法	底板頂版上面	○	△	標準施工より仕上がり面も良好で、緻密度も向上する（透気試験結果より）	1日当りの施工面積が小さいと1m <sup>2</sup> 当りのコストが高くなる		
締固め工夫（パイプレータ等）	全部位	◎	◎	鉄筋密集部、狭陰部など部位に応じて使い分けることで、締固め度が向上する	特に問題なし		
吸水調整剤	側壁水平打継ぎ面	◎	◎	旧コンクリートへの吸水を抑制できる	特に問題なし		
クニシート	側壁水平打継ぎ部外側	◎	○	埋戻し後の外部打継ぎ部からの地下水の漏出を防止できる	打継ぎ部周囲のみの敷設であれば施工面積も少なくて済む		
止水リング	側壁セパレータ	◎	○	セパレータからの漏水を防止できる	特に問題なし		
給熱養生	全部位	△	△	外気温に左右されず、養生温度を一定に保つことができ、初期強度の発現不足や凍害を防止できる	シート内に一定の温度を保つための設備・管理に手間がかかる		
24時間自動遠隔監視システム	全部位	○	△	24時間温度・湿度がリアルタイムに把握でき、異常時の対策を迅速に行うことができる	24時間体制となるため、作業所の負担増となる		
単位水量	全部位	○	○	標準案である2回/日の測定と比較して全量の変動傾向を把握することができる	特に問題なし		
透気試験	10箇所抽出	◎	◎	非破壊試験であり、コンクリートの緻密度を数値で示すことができる	効果を定量的に把握できる。他工事ででも水平展開を行いたい		

### 謝辞

本工事の施工にあたり、各施工過程において発注者である近畿地方整備局の方々にはご指導とご協力をいただきました。ここに、深く感謝の意を表します。また、平成25年度近畿地方整備局の「コンクリート品質コンテスト」におきましては、栄えある特別優秀賞をいただくことができました。これを励みに今後ともコンクリート

の品質向上に励むとともに、本報告書が類似の工事において参考になれば幸いです。

### 参考文献

- 1) 財団法人土木研究センター：性能向上のために分割練混ぜをしたコンクリート「SECコンクリート」建設技術審査証明報告書（建技審証 第0309号）
- 2) 熊谷組技術研究報告72号「養生・配（調）合の異なるコンクリートの品質評価に関する研究」

## Action for the quality improvement of the box culvert structure

keizo KANZAKI, kenzo YAMASAKI, takaaki YOSHII, takeshi OKUBO, satoshi MAETSUJI and tatsuya ARAI

### Abstract

We planned various actions and carried these out in each stage of the construction (combination examination, concrete casting, curing method, quality control) to improve quality of the concrete of the box culvert structure at the Tanba Ayabe Road Mizuho IC box culvert construction work located on the Tanba Ayabe Road of the Kyoto Jukan Expressway.

In this reports, we consider a contrivance of the construction, a quality improvement effect, workmanship, cost and possibility of the horizontal development to other construction work about each example in a comprehensive way and report these collectively.

Key words: SEC method, ND-WALL method, Vacuum processing method, Wet curing for 28 days, Air permeability test