

緩傾斜鉄筋コンクリート部材の施工と耐久性評価

中日本高速道路(株)	正会員	○ 野島 昭二
川田建設(株)	正会員	遠野 利之
(一社)日本建設機械施工協会施工技術総合研究所	正会員 博(工)	渡邊 晋也
香川高等専門学校	正会員 博(工)	林 和彦

キーワード：緩傾斜鉄筋コンクリート部材，表面吸水試験，透気性試験，透水型枠

1. はじめに

朝明川橋は、三重県四日市市に建設中の新名神高速道路新四日市ジャンクションの西側に位置する橋梁である。二級河川朝明川と国道365号をまたぎ、河川内施設などの条件により、構造型式は図-1に示すように中央径間長に対し、側径間長が非常に短くなっているため、中央径間の軽量化、および死荷重バランスを考慮して鋼・PC混合3径間連続アーチ補剛箱桁を採用している。一方、A1側の側径間はP3側に比べてさらに短くなっており、P1橋脚では斜めの鉄筋コンクリート部材（以下、「斜材」という。）を配置して、支点上の断面力を低減する構造としている。斜材の傾斜角度は、左側（P2側）で約30度、右側（A1側）で約25度である。斜材は鉄筋コンクリート構造で、部材厚さ1.5mの断面にD51鉄筋が4段配置されており、コンクリートの打込み難易度が非常に高い。このため、斜材のコンクリートの打込みに先立って、実物大の供試体を用いたコンクリート打込みの施工性の試験施工を行い、硬化コンクリートの耐久性も考慮して施工方法を決定した。本報では、試験施工に基づいて実施した実際の斜材の施工方法を示すとともに、硬化コンクリートの耐久性を評価した結果を示す。耐久性の評価には、表面吸水試験（Surface Water Absorption Test, 以下、「SWAT」という。）と透気性試験（表層透気試験（Torrent法），以下、「Torrent法」という。）による非破壊検査を実施し、本工事で採用した施工方法によれば、耐久性の高いコンクリート構造物が構築できたことを確認した。

2. 斜材のコンクリート施工

斜材のコンクリート数量は、左側斜材で約470m³、右側斜材で約760m³となることから、1日の打込み可能量を考慮して、図-2に示すようなブロック割で施工することとした。コンクリート打込み方法は試験施工で決定したもので、打込み開始時には上型枠は設置せずにコンクリートを十分に締固めながら打込みを行い、打上がりに応じて上型枠を順次設置するものである。すなわち、通常のコンクリート打込みに比べると単純計算でも型枠大工の人員増加が必要となる。さらに、締固めも傾斜を持った1.5m厚さの部材に打込むことから作業効率の低下が見込まれる。そこで、図-3に示すような2班の人員体制で打込みを行うこととした。コンクリートの配合を表-1に示す。

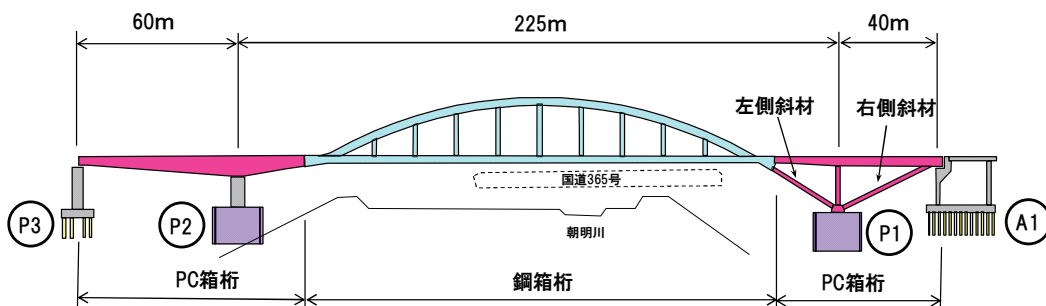


図-1 朝明川橋の橋梁一般図

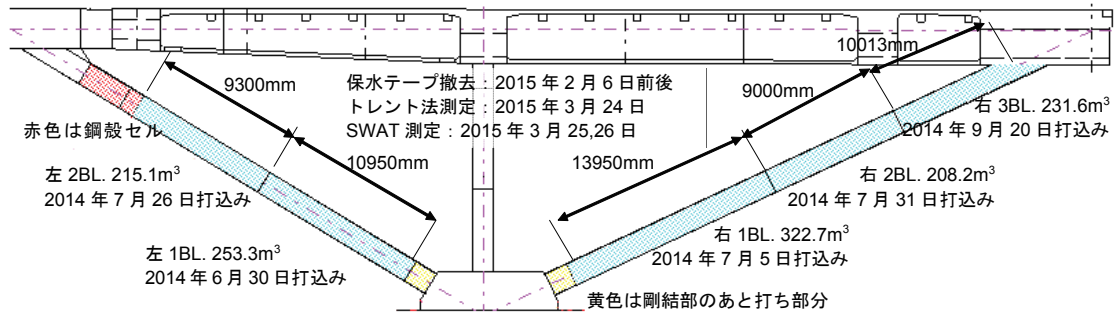


図-2 斜材のコンクリート打込みブロック割図

コンクリート打込み前に、上型枠はすべて仮設置を行い、セバ穴位置を調整、確認したうえで、設置順序、場所を明示し、コンクリートの打上がりに応じて順次型枠が取り出せるよう、整列して資材スペースに配置した。コンクリートの打込みは、図-4に示すようにポンプ車2台を使用して、斜材の中心部より橋軸直角方向の端部へ向かって移動して打ち上げる。

ここで、型枠1枚(横180cm×縦90cm)には写真-1に示すように短辺(90cm)の中央部に水平継目を設け、型枠表面に貼った透水シートよりブリーディング、および表面気泡が継目位置において型枠外へ排出されやすいよう工夫を加えた。コンクリート打込みの作業内容は、ポンプ筒先保持、筒先締固め、あと追い締固め、型枠組立て、かぶり部分締固め、型枠振動締固めなどがあるが、どの工種も狭い作業エリアで輻輳する。そこで、作業内容ごとに専任の作業員を割り当てて、計画した作業手順が確実に実行されるよう配慮した。さらに、傾斜上での作業の安全性確保と、効率化を考慮して中間足場を適宜設置することとした。

コンクリートの締固めはコンクリートを打込みながらフレキシブルバイブレータ(φ50)を鉛直方向に挿入して締固める。コンクリートを打ち上げながら型枠バイブレータを用いて型枠面のコンクリートの締固めを促し、マルチバイブレータをかぶり部分に斜めに挿入して、かぶりの締固めが確実になるよう配慮した。コンクリートの打込みで作業量がピークの時の状況を写真-2に示す。

打込み後の湿潤養生は最低1週間とし、脱枠後の斜材の上面と側面は可能なかぎり保水テープを貼布して、表面乾燥を防止する養生を継続した。結果として概ね20~30週間、保水テープを貼付した。

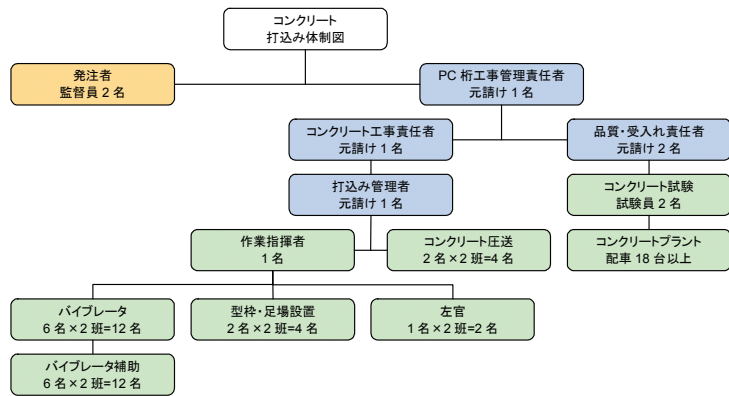


図-3 コンクリートの打込みの人員体制

表-1 コンクリートの配合

呼び名	水セメント比	細骨材率		
40-12-20 N	42.6%	44.7%		
単位量 (kg/m³)				
セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤※
376	160	776	1 010	2.256

※ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤

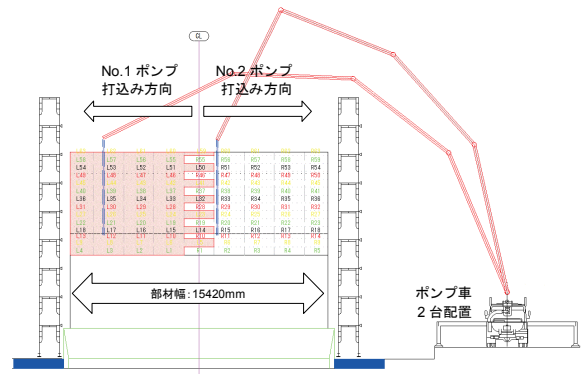


図-4 コンクリートの打込み手順

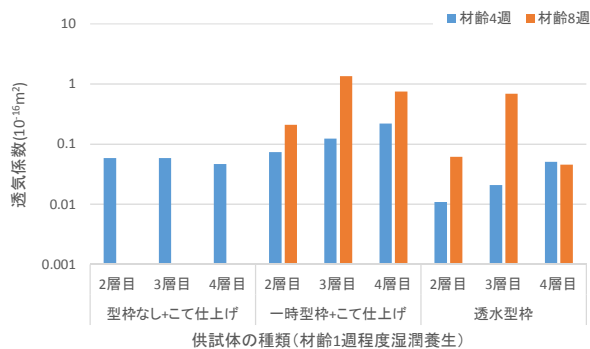


図-7 試験施工の供試体（上面）の透気係数

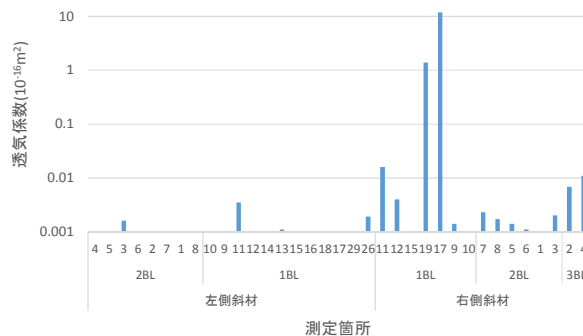


図-8 斜材（上面）の透気係数

の値は、コンクリートの表面が非常に緻密であることを表している。右側斜材の吸水速度が大きい傾向で、傾斜角度の影響とも考察できるが、表面が緻密と判定できる範囲の測定値であることを考慮すると有意な差ではないと考える。また、試験施工の透水型枠を用いた供試体の吸水速度より緻密な値を示していることから、養生期間の増加などがコンクリート表面の緻密化に寄与したものといえる。

3.3 Torrent法による評価

コンクリート表面品質の評価指標のひとつである透気係数は、基礎研究の実績³⁾があるダブルチャンバ方式のTorrent法を用いて計測、評価した。

供試体の透気係数を計測した結果を図-7に、斜材の結果を図-8に示す。透気係数は $0.1 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下を示すものが多く、コンクリート表面の品質は非常に良いと判断できる。一部、 $1 \times 10^{-16} \text{m}^2$ を超える値もあるが、表面気泡が影響する測点であるなど、特異な点といえる。表面気泡は測定値の異常値によって存在が推測される場合が多く、パルハンマなどで計測範囲の打診を行うと、のろで隠れていた表面気泡が確認できる。チャンバを設置する前に、隠れた表面気泡がないか確認して測定を開始したほうが、手戻りが少ない。右側斜材の透気係数が大きい傾向もうかがえるが、品質が非常に良い範囲の値であり有意な差ではないと考える。試験施工の供試体のうち、品質の高いとみられる透水型枠の透気係数に近い値が得られていることより、試験施工に基づき決定した施工方法で、品質の高い鉄筋コンクリート部材が構築できたと判断できる。

4. 結論

斜材の試験施工、および実施工の実施範囲において次のことが確認できた。

- (1) 高密度化、大型化する鉄筋コンクリート部材の構築にあたっては、実物大の供試体を用いた施工性の確認を事前に実施したうえで施工方法を決定するとよい。
- (2) 傾斜部材など、施工方法がコンクリート表面の品質に影響する場合には、耐久性を評価項目にした事前検討を行うことが望ましい。
- (3) コンクリート表面の耐久性は、SWAT, Torrent法で効率的な評価が可能であった。

参考文献

- 1) 野島昭二・遠野利之・水野聡・渡邊晋也：緩傾斜の斜め鉄筋コンクリート部材の耐久性を考慮をした施工方法の検討, 第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, Vol.24, pp.245-250, 2015.11
- 2) 林和彦・細田暁：表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎研究, 土木学会論文集E2, Vol.69, No.1, pp.82-97, 2013
- 3) 野島昭二・渡邊晋也・藤原貴史・谷倉泉：透気係数を用いたコンクリートの品質評価と測定条件に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.2134-2139, 2014.7