



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

## 高密度な鋼材配置の PC 部材で生じた初期欠陥の補修方法



中日本高速技術マーケティング(株)  
技術部 野島 昭二

### 1. はじめに

新名神高速道路の新四日市ジャンクションと菰野インターチェンジ（仮称）の間に建設中の朝明川橋は、架橋条件より図 - 1 に示すような鋼・PC 混合 3 径間連続アーチ補剛箱桁形式であり、PC 桁部は、図 - 2 に示すような 3 室箱桁となっている。図 - 1 に示すように中央径間の支間に比べて側径間の支間が極端に短く、A1 側は P3 側に対してさらに短い。現在は暫定 4 車線で建設中であるが、完成 6 車線の対応として PC 桁部では、張出し床版を延長して拡幅する計画となっている。このため、鋼桁と PC 桁の接合部の補強、不等径間に伴うアンバランスな断面力、将来拡幅時の長支間な張出し床版の補強リブなどへの対応のため、PC 桁部では非常に高密度で鉄筋、PC 鋼材が配置（多い個所では  $450 \text{ kg/m}^3$  以上）されている。本文は、高密度で鉄筋、PC 鋼材が配置されたコンクリート部材で生じた豆板（初期欠陥）の補修方法について報告するものである。

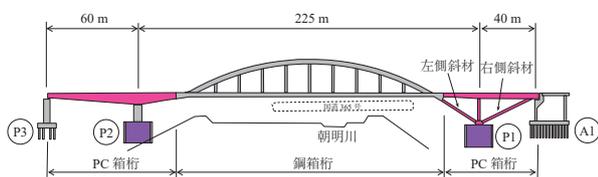


図 - 1 朝明川橋の橋梁一般図

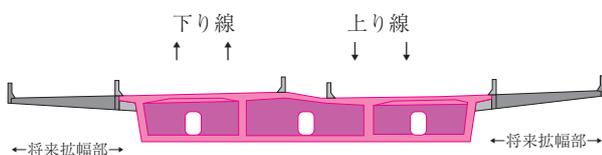


図 - 2 PC 桁部の断面図

### 2. コンクリートの配合と打込み

接合部以外の PC 桁に使用するコンクリートの呼び強度は  $40 \text{ N/mm}^2$  であり、コンクリート標準示方書<sup>1)</sup>に基づいて打込み地点での最少スランプを  $10 \text{ cm}$  に設定した。細骨材は川砂、粗骨材は石灰岩碎石 ( $G_{\text{max}} 20 \text{ mm}$ )、混和剤として高性能 AE 減水剤を使用した。

コンクリートの打込みは、橋軸方向に A1 側で 12 ブロック、P3 側で 15 ブロックに分割したうえで、横桁部（充実断面）、箱桁部の各ブロックを 1 回（日）で施工した<sup>2)</sup>。

### 3. 初期欠陥の発生状況

箱桁の内型枠、およびウエブ外面の型枠を脱型したところ、主に①下床版定着突起の上部、②ウエブの打重ね部（とくに外ウエブ）、③桁内のウエブに設けた鉛直リブの表面、で初期欠陥である豆板が発生した。豆板の発生状況を写真 - 1 に示す。豆板の発生原因を次のように推定した。

- ① 浮き型枠部の締固め、ウエブ内からの締固めが不足した。
- ② 外ウエブは傾斜があるうえスターラップが 2 段配置であり、パイプレータが届きにくく、上床版鉄筋が邪魔をしてマルチパイプレータの挿入も困難なため、とくに打重ね部で締固めが不足した。
- ③ 上部に水平リブが配置されている個所であり、②に加えてさらに締固めが困難となっていた。

豆板の発生範囲は、たたきによって表面の範囲を特定し



写真 - 1 発生した豆板の状況

た。豆板の深さ方向の範囲を特定するために、電磁波レーダ法、および超音波トモグラフィ法を用いた非破壊検査を試みたが、ともに深さ方向の豆板の範囲を特定することができなかった。そこで、水循環式の小口径深穴穿孔機（以下、LBD）を用いた微破壊検査を試みた。LBDで削孔したφ9mmの穴に写真-2のように工業用内視鏡を挿入して孔壁の空隙状況を目視して、最大で300mm程度まで空隙が多い断面が確認された。豆板の発生状況の推定として、最外縁の鉄筋より深い位置までであるもの、かぶりの範囲でとどまるものに大別することができた。



写真 - 2 CCDカメラによる内部調査

#### 4. 補修方法

豆板部を部分的にテストハンマにて取り崩しながら観察して、補修が必要となる範囲を検討した。粗骨材同士は付近のモルタル、またはペーストによりある程度は強固に噛み合っているように見えるものの、空隙にはブリーディングによってもたらされたレイタンスが層となって空隙の一部を埋めるように堆積しており、これらは、耐荷性、耐久性を考慮すると確実に取り除かなければならない。そこで、健全部に影響を与えず、豆板、レイタンス層などの脆弱部を確実に除去できるウォータージェット工法（以下、WJ工法）を用いて豆板の除去を行うこととした。WJ工法は人力把持方式のハンドガンを選択し、豆板の調査結果を参考に、脆弱部が取り除かれたことを目視で確認しながら施工した。除去範囲の縁は、フェザーエッジにならないよう処理した。

当該箇所の断面修復は桁断面の一部のため、断面修復材の性能として a. 母材コンクリートと同程度の弾性係数である、b. 付着強度がすぐれている、c. 硬化後の収縮が小さい、ことが求められる。そこで、鉄筋位置より深い断面を修復する箇所は、プレミックス型セメント系無収縮グラウトコンクリートを用いた型枠注入工法で実施することとし

た。補修断面が大きいので、より収縮が小さい粗骨材入りの材料とし、充填性を考慮した施工工法を選定した。補修範囲がかぶり部分でとどまる場合は、高強度ポリマーセメントモルタルを用いた左官工法を選定した。薄い修復断面での付着効果と施工性を考慮したものである。

#### 5. ま と め

本事例に基づき豆板が発生した場合の対処方法の例を示すと図-3のようになる。豆板は表面の変状範囲の把握とともに深さ方向の情報を得ることで、変状の発生状況に適した施工計画を事前に検討することが可能となる。微破壊検査方法も含めて、内部の変状状態を容易に把握できる技術が必要となる。

初期欠陥が生じないような設計、材料、配合、施工について事前に十分検討すべきではあるが、都市内交通など施工条件の厳しい設計、良質天然材料の枯渇、地域的な配合の制約や、技能者の高齢化、後継者不足による技術者不足など、課題が山積する時代のなかで、初期欠陥は必ずしも避けられない場面がある。初期欠陥に対する情報共有を進め、初期欠陥が生じない努力を推し進めるとともに、初期欠陥が生じた場合は失敗隠しをするのではなく、正しい補修を行ったうえで、今後の再発防止に生かせるような体制づくりが必要である。



図 - 3 豆板補修のフロー案

#### 参 考 文 献

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕
- 2) 野島昭二、渡邊晋也：高密度に鋼材が配置されたコンクリート部材で発生した初期欠陥の補修、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.26, pp.479-482, 2017.10

【2018年4月10日受付】