

「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。

## 張出し施工ブロックに生じた ひび割れの診断および補修検討



**三井住友建設 (株)**  
**東京土木支店 土木部**  
 大野 寛 太

### 1. はじめに

コンクリート構造物は、環境条件、材料、構造、施工方法などのさまざまな要因により、施工中や竣工後のひび割れ発生リスクを有している。ひび割れの発生がみられた場合、その要因を正しく推定し、適切な対策を講じることが耐久性を確保するうえで重要となる。

当該橋梁は海岸沿いに位置し、PC 桁部は張出し架設により施工された。張出し架設の最終ブロック脱枠後、初期点検として PC 桁部のひび割れ調査を行ったところ、最終ブロックの1つ手前のブロックの下床版に数本のひび割れが生じているのが確認された。ひび割れは最終ブロックの施工直後に発見されたため、最終ブロックの打設荷重や水和熱の影響が要因であると推察された。そこで、本業務においては、FEM 解析などを実施して推察したひび割れ要因の妥当性を検証し、補修方法を決定することとした。

### 2. ひび割れ発生状況

#### 2.1 構造概要

当該橋梁における PC 桁部は、広幅員の3室箱桁構造であり、最終ブロック ( $n+1$  ブロック) は、外ケーブル定着横桁を有しているのが特徴である (図 - 1)。

#### 2.2 ひび割れ発生状況

ひび割れの発生状況を図 - 2 に示す。ひび割れの特徴として、下記 1) ~ 4) があげられる。

- 1)  $n$ ,  $n+1$  ブロックの打継目付近から  $n$  ブロック側の下床版下面に生じた橋軸方向のひび割れである。
- 2) 3室箱桁のうち2室の下床版下面に1本ずつ発生しており、貫通はしていない。
- 3) ひび割れ幅は最大で 0.20 mm 程度であり、 $n+1$  ブロ

- 4) ひび割れ長さは、4.3 m と 3.0 m である。

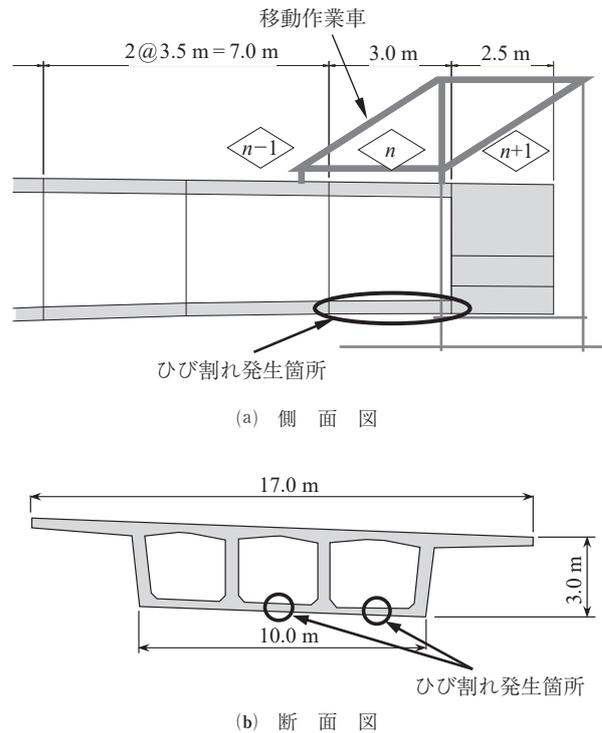


図 - 1 構造概要

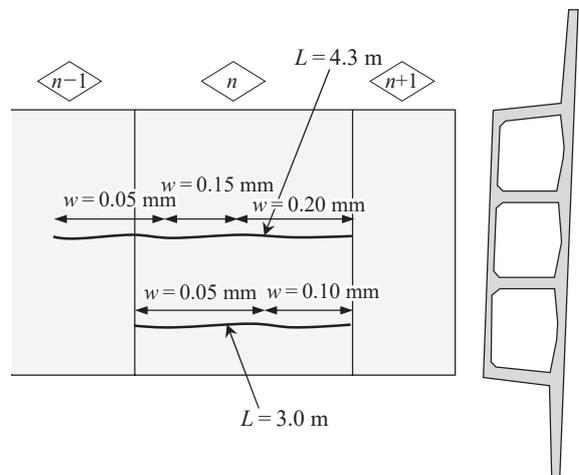


図 - 2 ひび割れ調査結果

### 3. ひび割れの評価

#### 3.1 原因の推定

ひび割れ発生箇所の構造的な特徴として、①最終ブロックは無垢断面であり、ほかのブロックと比較して打設時における吊り鋼棒の負担荷重が大きい、②広幅員であるため外部拘束による影響が大きい、③3室箱桁であり、下床版厚は0.3mと比較的薄い、の3点があげられる。ひび割れは最終ブロックを脱枠した直後に発見されていることから、最終ブロックの打設時に過大なコンクリート荷重が既設ブロックの下床版に負荷されたことが要因のひとつであると推察される。さらに、広幅員であり、打継目からひび割れが発生していたことから、水和熱による最終ブロックの膨張を既設ブロックが拘束することにより生じる引張応力度も要因であると推察される。

#### 3.2 検証

推察したひび割れ発生要因を検証するために、下床版の吊り鋼棒位置に打設荷重を載荷したFEM解析(図-3)、ならびに打設順序を考慮した温度応力解析(図-4)を実施し、それぞれの解析において算定される引張応力度を集計した(表-1)。

最大引張応力度の合計が曲げひび割れ強度を上回るため、ひび割れは打設荷重と温度応力の複合的な要因で発生したという推察の妥当性が確認できた。

### 4. 補修方法の検討

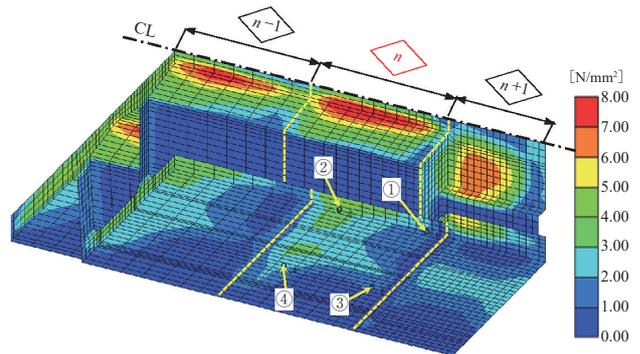
上記の解析では、打設荷重時応力と温度応力を足し合せると、一時的に引張応力度が曲げひび割れ強度を超えることが確認された。しかし、最終ブロック施工後においては、打設荷重はゼロであり、温度応力も大幅に低減するため、今後ひび割れが大きく進展することはないと考えられた。また、現状の最大ひび割れ幅0.20mmに対する鉄筋応力度の推定値は、86.2 N/mm<sup>2</sup>と試算され、死荷重時許容値の100 N/mm<sup>2</sup>未満であることから、安全性の問題はないと考えた。そこで、ひび割れ幅0.15mm以上の箇所には、竣工直前まで経過観察したのち、ひび割れからの劣化因子浸入防止を目的としてポリマーセメント系材料を用いたひび割れ注入工法で補修することを提案した。さらに、架橋

位置が塩害環境であることに配慮し、長期耐久性の確保の観点からひび割れ幅0.15mm未満のひび割れに対してもケイ酸塩系表面含浸材を塗布することとした。

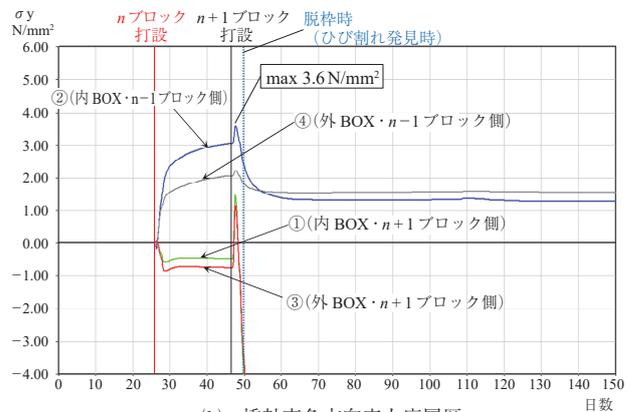
### 5. おわりに

コンクリートのひび割れ発生を防止するには、施工計画段階で対策することが最善であるが、本事例のように軽微なひび割れであれば、早期に発見し、適切な方法で対策・補修することによって所定の耐久性を確保できる。

コンクリート技術者は、つねにひび割れや不具合の発生リスクを予測し、その対策までを実施するための技量と経験を身に付けることが重要であると考えられる。



(a) 最大橋軸直角方向応力度分布図



(b) 橋軸直角方向応力度履歴

図-4 温度応力解析結果

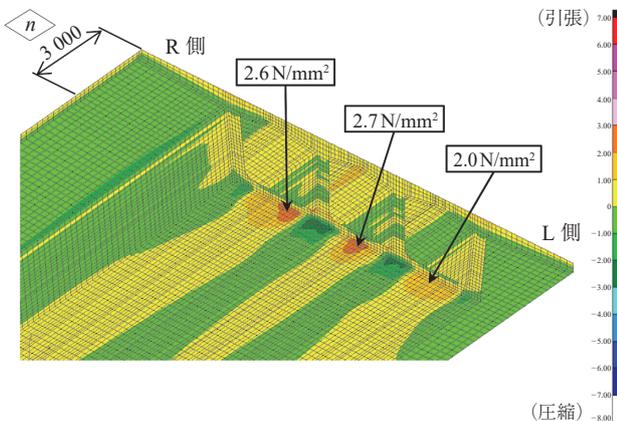


図-3 FEM 解析結果 (打設荷重時)

表-1 最大引張応力度の集計

| ひび割れ箇所           | 最大引張応力度        |               |     | 【参考】<br>曲げひび割れ強度 (コン式) |
|------------------|----------------|---------------|-----|------------------------|
|                  | 吊鋼棒<br>(打設荷重時) | 温度応力<br>(最大値) | 合計  |                        |
| ① 内ボックス・n+1ブロック側 | 2.7            | 1.4           | 4.1 | 2.47                   |
| ② 内ボックス・n-1ブロック側 | 0.2            | 3.6           | 3.8 |                        |
| ③ 外ボックス・n+1ブロック側 | 2.6            | 1.2           | 3.8 |                        |
| ④ 外ボックス・n-1ブロック側 | 0.2            | 2.2           | 2.4 |                        |

【2019年5月7日受付】