

PC 橋梁の定着部近傍におけるひび割れの原因推定

阪神高速技術(株) 正会員 ○井口 祐樹
 阪神高速技術(株) 正会員 足立 幸郎
 阪神高速道路(株) 非会員 鈴木 英之

1. はじめに

阪神高速道路 11 号池田線にて平成 8 年に竣工した 5 径間連続 PC 箱桁橋の下床版に配置された内ケーブル (12S15.2) 定着突起部近傍の主桁ウェブ外面に特異なひび割れが確認された。竣工当時とは顕著なひび割れは無く、その発生原因について詳細な検討が必要であると判断した。そこでこのひび割れ発生原因を解明するため、クリープ・乾燥収縮を扱える FEM 解析を実施した。本稿ではその概要を報告する。

2. 橋梁およびひび割れの概要

図-1 に橋梁の一般図を示す。橋梁の上部工形式はポストテンション方式の PC 箱桁橋であり、交差条件により押出し架設工法と固定式支保工を併用して架設された。橋梁は内外ケーブル併用工法で、外ケーブルは 19S15.2、内ケーブルは 12S15.2 を用いている。

今回確認されたひび割れは、図-1 中の○で囲まれた桁部の下床版ケーブル定着突起部周辺の箱桁主桁ウェブ外面にせん断方向とは逆方向のひび割れが生じている。ウェブ外面に生じているひび割れは図-2 及び図-3 に示すように最大幅 0.6mm、平均長さ約 1.0m の斜め方向ひび割れが数本確認されている。そのひび割れは下床版を起点に生じている。

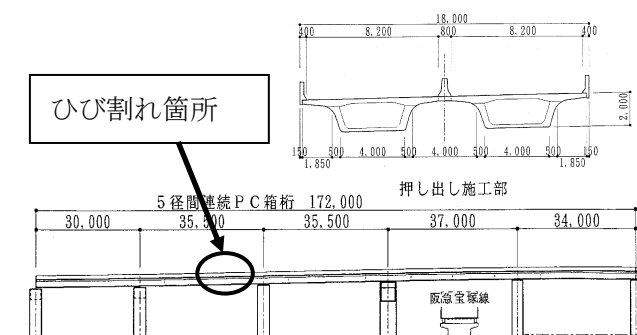


図-1 橋梁一般図

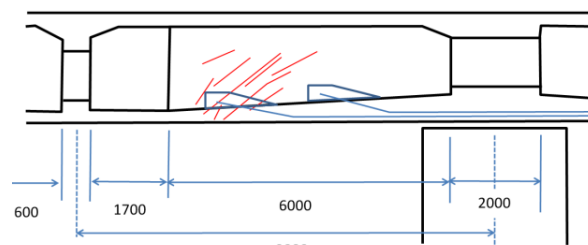


図-2 ひび割れ発生状況

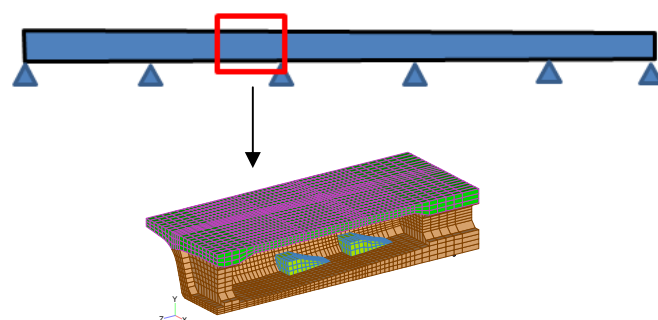


図-3 解析モデル

3. 原因推定と解析手法

問題のひび割れ発生位置は内ケーブルの下床版定着突起部の近傍にあることから、定着部とひび割れとの因果関係を明確にする必要がある。また、竣工当初はひび割れが確認されておらず、竣工から数年経たのちにひび割れが確認されていることから、クリープ・乾燥収縮による影響も無視できない。

そこで、3次元 FEM を用い、①クリープ・乾燥収縮、②架設ステップ、③構造系変化を考慮できる時間依存性解析を実施した。FEM 解析の実施にあたって、定着部近傍の局部応力とクリープ・乾燥収縮の影響を同時に評価するため、図-3 に示すモデルを採用した。

キーワード 定着突起, PC 箱桁, 時間依存性解析

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4 丁目 5 番地 7 号 (東亜ビル内) 阪神高速技術(株) 調査点検課 06-6120-2294

4. 解析結果

図-4 に FEM 解析により得られた主桁ウェブ外面に生じる引張主応力を示す。ウェブ外面の最大引張応力度は下床版定着突起の背後に生じており、プレストレス導入直後（完成直後）では 1.0N/mm^2 未満の値が計算された。コンクリート標準示方書より本橋梁の曲げひび割れ強度が 1.40N/mm^2 、引張強度は 2.91N/mm^2 との結果が得られることから、完成直後にひび割れが生じた可能性は低い。∞年後のクリープ・乾燥収縮による影響を重ね合わせた解析結果では、同じ場所で最大 2.5N/mm^2 程度の引張主応力が得られた。

よって、完成直後にひび割れが生じた可能性は低い、内ケーブル緊張力を初めとした荷重による引張主応力が原因となり、その後のクリープ・乾燥収縮の影響が重なりひび割れが生じたと推察される。ちなみに、ひび割れの発生は最大引張応力度が 2.0N/mm^2 を超える時期と仮定した場合、ひび割れの発生は竣工後約 11 年経過した頃となる。これらの計算結果は、ひび割れの現地観察状況とも一致した。

また、完成後 15 年後（ほぼ平成 22 年に相当）の引張応力度の最大値が約 2.2N/mm^2 、∞年後の引張応力度の最大値は約 2.5N/mm^2 という結果より、ウェブ面に生じる引張主応力度が今後大きく増大しひび割れが急激に進展する可能性は低いと考える。

なお、本橋梁における定着部の補強鉄筋の配置について、下床版部には十分鉄筋が配置されていたがウェブ面には配置されていなかった。本解析結果より、ウェブ面にも過大な引張応力度が生じることから、ウェブ面に対し適切な補強鉄筋が配置されていなかったこともひび割れの生じた原因の一つと考えられる。

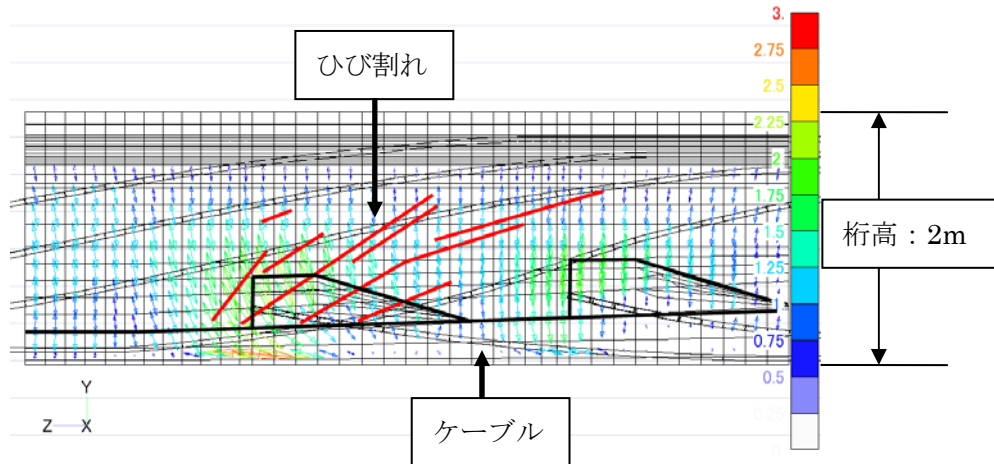


図-4 ウェブ外側に生じる引張主応力（∞年後）

5. まとめ

PC 上部構造に発見された斜め方向ひび割れの発生原因について FEM 解析等により原因推定を実施した結果以下の事が確認できた。

- ①主桁のせん断作用によるものではなく、下床版に定着した内ケーブルの定着構造の影響が主原因であること。
- ②ウェブ面に生じる引張主応力度が今後大きく増大しひび割れが急激に進展する可能性は低いこと。

また、下床版に配置した比較的大容量な(12S15.2)内ケーブルの定着突起部背面に生じたもので、阪神高速道路において、同様の定着突起を採用しているのは平成 7, 8 年頃に竣工された一部の PC 橋梁に限られている。下床版の定着突起については過去にも多用されてきたが、その多くは $\phi 32$ mm の鋼棒や 12S12.4 の鋼より線が一般的である。本桁に採用されているような 12S15.2 という比較的大容量のケーブルを、突起部を設けたプレストレストコンクリート桁の建設は見られておらず採用事例は少ないものと考えられる。

よって、本検討結果が同種構造の参考になれば良いと考える。

参考文献

- 1)道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編,社団法人日本道路協会,2004
- 2)コンクリート道路橋示方書 設計編,社団法人土木学会,2008