



「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。

PC ポストテンション T 桁橋の 点検と診断



(株) シビル・デザイン・ツーワン
保全部 井川 敏 満

1. はじめに

点検を実施した橋梁は、1970年竣工（竣工後43年が経過）のPC単純ポストテンションT桁（8主桁）2径間およびPC単純プレテンションT桁（17主桁）4径間からなる橋長125m、幅員12.6m、桁下高8～10mの橋梁であり、海岸から約80km離れた寒冷地に架橋されている。本レポートは、とくに劣化が激しかったポストテンション桁部分の主桁を対象とする。

なお、点検は高所作業車（ $H = 17\text{m}$ ）を用い、近接目視（1/2ポンド点検ハンマーを使用）にて行った。

2. 劣化状況

点検の結果、大きく分けて次の3種類のひび割れが見られた。

2.1 ウェブの斜めひび割れ

主桁ウェブに最大幅0.3mmの斜めひび割れが見られた。ひび割れは、桁端部からおおよそ支間1/3までの範囲で多く発生していた。角度は約30度～40度であり、いずれも支間中央に向けて上フランジより下向き斜め方向であった。また、ひび割れには、著しい白色析出物やうきを伴っているものも見られた（写真-1）。



写真-1 ウェブ側面のひび割れ

2.2 下フランジ橋軸方向のひび割れ

主桁下フランジの側面および下面に最大幅1.3mmの橋軸方向のひび割れが見られた。側面のひび割れは、桁端部付近を除く広い範囲で発生しており、幅1mm前後の大きなものが多く見られた（写真-2）。下面のひび割れは、主に外桁の支間中央付近に多く見られ、ほとんどが白色析出物を伴い、なかには、析出物がつらら状になっているものもあった（写真-3）。

2.3 支点周辺のひび割れ

外桁外側の支点周辺に亀甲状および斜めひび割れが見られた。とくに斜めひび割れは、ウェブの上フランジとの付け根付近に多く見られ、幅も1mm前後と大きく、白色析出物も部分的に伴っていた（写真-4）。なお、下フランジ付近には、ひび割れが少ないことが特徴としてあげられる。



写真-2 下フランジ側面のひび割れ



写真-3 下フランジ下面のひび割れ



写真-4 支点周辺のひび割れ

3. 劣化原因と評価

3.1 ウェブの斜めひび割れおよび下フランジの橋軸方向のひび割れ

原因を推測するにあたり、次のことがいえた。

- ① 竣工が1970年であることからPCケーブルの定着位置は、上縁定着である。現在のような高品質のグラウト材ではない。使用コンクリートはアルカリシリカ反応（以下、ASR）に対する対策がなされていない。
 - ② 1970年竣工および補修履歴より橋面防水が施工されていない。
 - ③ 架橋位置は寒冷地であり冬季は気温がマイナス10℃程度になる。また、凍結防止剤が散布されている。
 - ④ ウェブに見られるひび割れの方向（支間中央に向けて上フランジより下向きの斜め）よりせん断ひび割れではない。
 - ⑤ 下フランジに見られるひび割れは、橋軸方向であることから、曲げひび割れではない。
- これらを総合して考えると、発生した斜めひび割れの原因は、活荷重によりPCケーブルの定着部が損傷し、その部分から水分が浸入、ダクト内部のグラウトの充填不足箇所にも水分が浸透し、冬季の凍結・膨張によりPCケーブルに沿って、ひび割れが発生したと考えられた。なお、定着部の損傷と関連性のある舗装の異常（ひび割れなど）は、舗装が打ち替えられて間がなかったため確認できなかった。また、下フランジのひび割れの原因については、①～⑤のほかに次のことがいえた。
- ⑥ 橋軸方向に卓越している。
 - ⑦ 水かかり部である外桁に多く見られる。

以上より、ひび割れの原因としてASRが考えられた。なお、ASRのほか、ダクト内部のグラウト充填不足も否定できないが、支間中央付近に多く見られることから可能性は低いと考えた。

以上のひび割れ発生原因とその劣化状況より、劣化は加速期にあるものと推測、PCケーブルが腐食している可能性もあることから、耐荷力に影響を及ぼしているものと考えられた。

3.2 支点周辺のひび割れ

原因を推測するにあたり、3.1①～⑦のほか、次のことが言えた。

- ⑧ ひび割れは、地覆遊間からの漏水による水かかり部である外桁外側の支点周辺のみ発生している。
- ⑨ ひび割れの形状が複雑である（亀甲状および斜めひび割れ）。
- ⑩ 発生範囲に特徴がある（下フランジ付近に少ない）。
- ⑪ 支点上は支点反力によりせん断ひび割れは発生しない。

以上より、原因としてASRによるひび割れが支点周辺のプレストレス力や支点反力による応力の拡散により複雑な形状となって顕在化したものとする。なお、ポストテンション桁のため、耐荷力に与える影響は小さいと考える。

4. 詳細調査および対策

劣化原因の推測と評価の結果から、必要な調査ならびに対策をあげる。

4.1 構造性能の評価

PCケーブルの腐食の可能性をふまえ、必要な構造性能を失っていないか載荷試験による確認を行う。なお、試験の結果、構造性能を満足しない場合は、外ケーブル工法や鋼板・FRP接着工法などで補強する。

4.2 コア採取による物性調査（ASRの確認ほか）

ASRであるか否かを明確にするために、コアを採取し、偏光顕微鏡による観察・粉末X線回折などの試験を行う。また、今後の劣化予測のために残存膨張量の測定を行う。そのほか、採取したコアで、圧縮強度および静弾性係数の確認、塩分含有量の測定（塩害の影響）を合せて行う。

4.3 PCダクトのグラウト未充填について

グラウト充填の有無を診断するため、①X線透過法、②ドリル法、③弾性波法、などを行う。空洞が確認された場合は、より適切な補修方法であるダクト内へのグラウト再注入を行う。

4.4 劣化進行の抑制対策

現状の劣化を抑制するために、①浸透水防止のための橋面防水工、②ASRに対し、水分・アルカリ成分の供給遮断のための地覆遊間の止水工（シール材の補修）と桁の表面被覆工、③ひび割れに対する劣化因子の侵入防止のためのひび割れ注入工、が対策として必要である。なお、橋面防水施工の際は、PCケーブル定着部の状況を確認し、異常が確認された場合は、PC鋼材突出防止対策を含めた定着部の補修も合せて行う必要がある。

以上が考えられる調査および対策である。ただし、現時点では、費用・精度面および劣化抑制を優先させ、かつ速効性のある対策を有効とする観点から4.1構造性能の評価および4.4抑制対策が必要であると判断し、4.2、4.3の調査や対策については適用するには至らないと考える。なお、今後も劣化進行の状況観察を目的とした定期点検を行い、その状況によっては、4.2、4.3についても実施の検討が必要である。

5. おわりに

近年、橋梁の長寿命化のための予防保全が国の施策として進められている。点検は、まさにこの予防保全の川上であり、今後の維持管理の道しるべとなる重要な業務である。一方、多くの自治体がひっ迫した財政のなか、長寿命化はもちろんのこと、安全・安心を確保する維持管理が求められている。

これらをふまえ、点検においては、正確な診断および適切な対策の提案が求められる。そのためには、今後も点検・診断技術の研さんに励み、橋梁の長寿命化の一端を担う所存である。

【2014年5月28日受付】