



「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 橋の補修補強調査設計業務



(株) コーケン 保全技術部  
松井 義昌

### 1. はじめに

本業務は3名にて行った業務である。報告者は業務責任者の立場で、業務実施計画の立案、現地調査の実施および評価、補修補強工法の検討を行った。

#### 1.1 業務内容

補修補強調査設計対象橋梁は、一般国道に架設された単径間PC橋(6主桁)である。当該橋梁は、近年劣化変状が進行しつつあり、今後車両の大型化や交通荷重の増加に伴い、変状はさらに拡大していくと考えられた。

健全度調査として①外観目視調査、②打音調査、③圧縮強度試験(テストハンマーによる推定、採取コアによる静弾性係数)、④鉄筋探査、⑤中性化深さおよび塩分含有量試験、⑥応力頻度測定等を行った。構造調査としては、①変状原因の推定、②応力頻度結果の解析等を行った。

当該橋梁のこれらの調査結果より補修・補強設計を行った。

#### 1.2 橋梁諸元

- 橋 長 : 19.0 m
- 上 部 工 : PC ポストテンション単純T桁橋
- 下 部 工 : 重力式橋台
- 活荷重・等級 : 1 等級橋
- 架 設 年 : 昭和 40 年



写真 - 1 橋梁側面



写真 - 2 橋台・桁下状況

- 適用示方書 : 昭和 31 年鉄筋コンクリート標準示方書

### 2. 健全度調査・評価

主桁には表面被覆工が施工されていた。床版には下面増厚工が施工されていた。G1桁終点側では、鉄筋露出が見られた。他の主桁も含め、主桁の表面被覆工に橋軸直角方向ひび割れが見られた。また、遊離石灰および錆汁も見られた。ひび割れは表面被覆工を除去して確認した。ひび割れ深さに関しては、超音波法により測定し鉄筋位置までと推察された。

中性化深さは平均 2 mm 程度であり鋼材に変状をきたす状況ではないと判断した。また塩分含有量もおおむね 1.2 kg/m<sup>3</sup> 未満であり、塩害による損傷の可能性は小さい。

圧縮強度は 49.1 N/mm<sup>2</sup> 以上であったが、静弾性係数は標準値の 70 % 程度と、低下が見られた。



写真 - 3 主桁 - 鉄筋露出状況



写真 - 4 主桁 - 遊離石灰状況

また、アルカリ骨材反応の可能性については、ひび割れの発現形態、採取コア観察よりその特徴は認められなかった。自然電位測定では、コンクリートの状態による補正を行った。結果、鉄筋の腐食は極僅かと推察された。

### 3. 構造調査・評価

一次調査において応力頻度計測および動的載荷試験を実施した。同結果において、過大なひずみ（応力）が検出されたため、二次調査として①桁たわみ測定、②亀裂変位測定、③桁ひずみ測定を行った。

#### 3.1 桁たわみ-亀裂変位, 桁ひずみ関係

桁たわみと亀裂変位の関係において、内桁（G2～G5桁）では、両者に良い相関性が見られた。桁たわみが3.6 mmを超えた付近からその勾配は急激に大きくなる傾向が見られた（図-1）。一方、外桁では両者に相関性（たわみの変化量に対して、亀裂変位に大きな変化量が生じない）が見られなかった。これは、外桁では発生ひずみが他の亀裂に吸収されたものと推察される。

桁たわみと桁ひずみの関係においても、亀裂変位と同様の性状が見られた（図-2）。

桁たわみ-ひび割れ変位関係、桁たわみ-桁ひずみ関係から、外桁はプレストレスが活荷重に対して十分ではなく、亀裂変位と同様の理由により有効プレストレスが散逸したものと推察される。

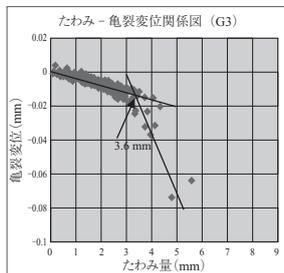


図-1 たわみ-亀裂変位関係図

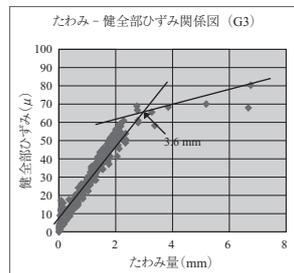


図-2 たわみ-ひずみ関係図

### 4. 補修設計

補修対象の損傷は、(1)ひび割れ、(2)断面欠損、(3)表面被覆割れである。各損傷に対する補修工法はその状況および材料特性を基に次のものを選定した。

#### (1) ひび割れ-ひび割れ注入工法

補修工法は、ひび割れ幅が0.2 mm～1.0 mmであることと、補強対策を実施することよりひび割れの進行は無いものと考えられることから、注入工法を選定した。補修材料はコンクリート、モルタルとの接着性に優れて躯体との一体化が図れるエポキシ樹脂注入材を選定した。

#### (2) 断面欠損-断面修復工法

欠損断面がいずれも小さいことより、施工量が大きい工事に適したプレバックドコンクリート工法は除き、施工性にポイントにおいて、エポキシ樹脂モルタルやポリマーセ

ントモルタルを左官コテを使用して充填する工法を選定した。

#### (3) 表面被覆割れ-表面被覆工法

補修工法は現況を考慮し塗装による方法とした。表面被覆材は、物飛来塩分を考慮し、防水性、柔軟性、遮塩性に優れたものを選定した。なお、上部工のひび割れには、表面被覆を幅100 mmで除去し再被覆とした。

### 5. 補強設計

構造調査結果より、G2～G5桁については活荷重に対して対応し得るプレストレスを保有していると推察された。

一方、G1およびG6桁については活荷重を対象とした計測において、両桁のプレストレスが活荷重に対応できていないことが確認された。ただし、残留プレストレスは不明である。

そのため、外桁に対してはプレストレスはほとんど残っていないこと想定して対応策を検討する必要があった。

これらのことより、以下の3案について検討した。

- 1案：外ケーブル補強
- 2案：上部工架替え
- 3案：外ケーブル補強+外桁取替え

施工性、トータルコスト、工期、維持管理、周辺環境への影響等の検討より、架替え案では無く、1案の「補強対策」を選択した。

次に、主桁の補強工法の比較検討を行った。

- A案：外ケーブル工法
- B案：炭素繊維接着工法
- C案：繊維シート緊張接着工法

外桁、中桁ともに施工費は若干高くなるが、段階的な補強や経過観察の容易性、耐久性の観点からA案：外ケーブル工法が最適と判断した。

ただし、G1桁、G6桁に過大なプレストレスを与えると、床版上縁側に引張応力が発生し、当該橋梁に悪影響を与えることになる。これに対しては、外ケーブルへのプレストレスの導入は数回に分けて行うこととし、桁たわみ、亀裂変位、コンクリートひずみの値を確認しつつ補強すること実施計画に盛り込んだ。

### 6. 今後の維持管理への提言

当該橋梁は有効プレストレス減少の原因究明が明確に行えなかったため、原因によっては今後プレストレスの減少が再発する可能性を内包していた。そのため、補強施工実施後、1年経過時に「桁たわみ」、「亀裂幅」、「ひずみ量の変化」を計測して橋梁の状態を確認・分析し、維持管理手法を再考することが望まれる。また、主桁ひび割れの補修材としてひび割れ幅が0.1 mmまで追従し得る材料を選定したが、一部分をひび割れに追従しない材料を用いることにより、今後の保守点検手法の検討用資料収集としての簡易モニタリングの実施を提言した。

【2013年12月24日受付】