

「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。

ゲルバーヒンジ RC 桁橋の 詳細調査と補修補強対策



アジア航測 (株) 社会基盤デザイン室
古田 光司

1. はじめに

本橋は、渡河橋梁として鋼トラス桁（流水部）、RC ゲルバー桁（低水敷）、RCT 桁（高水敷）の3形式が混在し、河口付近に位置するため海岸に近い環境にある。

架設後 50 年以上経ているため老朽化による架替えが決定されていたが、架替え工事が完了するまでの 10 年程度は継続して供用する必要がある。すでに維持修繕対策が実施されている箇所もあるが、現状の対策のみでは架替えまで耐荷力を維持することが難しいと考えられた。したがって、詳細調査を実施し、耐荷力の照査、健全性の確認および寿命予測を行って、架替え（10 年後）まで、最小限の対策により効率的な維持管理をすべき方法を検討した。

2. 維持補修の経緯と調査内容

本橋は、老朽化が進行しているため架替えまでの維持修繕対策として、以下の対策が行われていた。

- ① 支承部変位制限装置の設置（鋼トラス桁・ゲルバー桁 中間支点）
- ② 桁連結装置（ゲルバー桁の固定支承部）
- ③ 端横桁の補強（鋼トラス桁）

既点検調査として、遠望目視点検（鋼トラス部除く）が実施されていた。本業務の点検において、ゲルバーヒンジ部の損傷（ゲルバーヒンジ受台部のせん断破壊：写真 - 1）が確認され、ヒンジ部の桁連結のみでは、架替えまでの耐荷力が不足することが確認できた。したがって、ゲルバーヒンジ部を中心に詳細調査を実施し、近接目視による変状確認とコア採取による中性化試験、塩化物イオン量試験、圧縮強度試験を実施し、健全性の確認を行った。コア採取については、比較的健全な部位で採取した。



写真 - 1 ゲルバーヒンジ受台せん断破壊

3. 調査結果

3.1 外観変状調査

近接目視による外観変状調査の結果、前述のゲルバーヒンジ受台部のせん断破壊の他に以下の劣化・損傷が確認された。

- ① ゲルバーヒンジ横桁部の漏水（写真 - 2）
- ② ゲルバーヒンジ横桁部の押抜きせん断破壊（写真 - 3）
- ③ 桁下面のコンクリートのはく落および鉄筋の腐食（写真 - 4）



写真 - 2



写真 - 3



写真 - 4

損傷要因は、ヒンジ鋼板の腐食、施工時のかぶり不足、活荷重の繰返し载荷による疲労、使用骨材径が大きい（φ 50 mm）ことによるコンクリートの充填不足、塩害による鉄筋腐食の促進などが考えられる。

3.2 中性化試験

中性化の進行は、桁外面よりも内面側で進展していることが明らかとなった。中性化がもっとも深い箇所（16 mm）で、今後中性化が鉄筋に達する期間を推定すると、おおむね 38 年程度となった。

3.2 塩化物イオン量試験

塩化物イオン量は、図 - 1 に示すように下流側（海側）の桁側面で、鉄筋の腐食限界とされる 1.2 kg/m³ 以上が確認され、内部鉄筋の腐食が急速に進む可能性が高いことが判明した。

3.4 圧縮強度試験

当該橋梁上部工のコンクリート設計基準強度は、 $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ と推測されるが、圧縮強度試験の結果はそれ

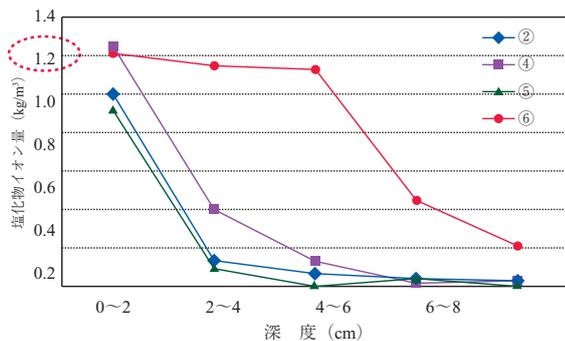


図 - 1 塩化物イオン量試験結果

を大幅に上回り 40 ~ 50 N/mm² 程度の強度が確認された。高強度が確保されている要因として、使用骨材に玉石を使用し、かつ骨材率が高いことや施工当時の水セメント比が低かった（推測）ことがあげられる。

3.5 耐荷力の推定

耐荷力推定は「既設橋の耐荷力照査実施要領案（財道路保全技術センター）H5」を利用して判定水準を設定し、ゲルバー桁部のほか、鋼トラス部、RCT 桁部についても併せて照査を実施した。ただし、耐荷力は、ゲルバーヒンジ部の対策を実施したことを前提に照査した。

照査の結果、照査法 I では、制限値を超え要補強対策の範囲となった。しかし、架替えが決定している本橋に対し安易に補修・補強することは好ましくなく、構造的に問題となるゲルバーヒンジ部の補強は必須とし、それ以外の箇所については実応力度の計測を行い、対策の是非について検討することが必要であり、交通規制による荷重制限など対策が有効であることを提案した。

3.6 実応力度の照査方法

実応力度の照査は「応力頻度測定要領（案）H8.3（財道路保全技術センター）」に基づき、図 - 2 に示すように、供用荷重（実際の交通状況）による応力度測定を行い、活荷重に許容される計算上の余裕量すなわち余裕応力度 ($\sigma_a - \sigma_d$) と最大の実応力度 (σ_{max}) とを比較することにより判定できる。これにより管理指標を設けてコントロールする方法を提案した。

- 実応力度が許容応力度以内…当面、補強の必要はなし
- 実応力度が許容応力度を超過…大型車の交通制限等

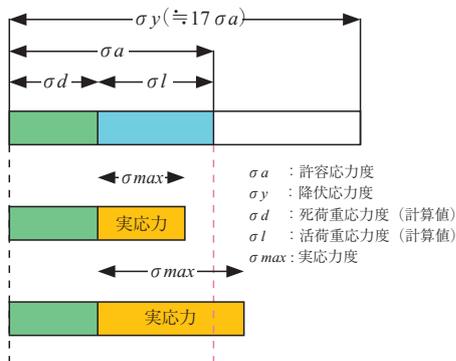


図 - 2 実応力と余裕応力

4. 補修・補強（維持管理）対策

4.1 ゲルバーヒンジ部の補修・補強

老朽化が進行し、架替えも予定されている本橋に対し、断面欠損を母体に与えるような改良や構造系の変更を伴う補修・補強対策は大規模改修となり非効率である。

しかし、応力集中により損傷の激しいゲルバーヒンジ部についてはヒンジ構造の機能が失われているため補修・補強を実施した。ゲルバーヒンジ部の支承部（ヒンジ構造）は鋼板を重ねさせた構造であるため、鋼板の腐食による拘束等により活荷重の衝撃がコンクリート部に直接伝達し、せん断破壊を起こしている。これらの状況から、図 - 3 に示すような鋼材でヒンジ構造を補強する構造とした。

この構造はヒンジの機能を有するため、現在の構造系を維持できる。また、他の箇所ですでに実施済みで実績が有り、今回は、横ブレの制限装置を設置して位置を固定し緩衝材を設けて応力の分散を図る構造に改良をした。

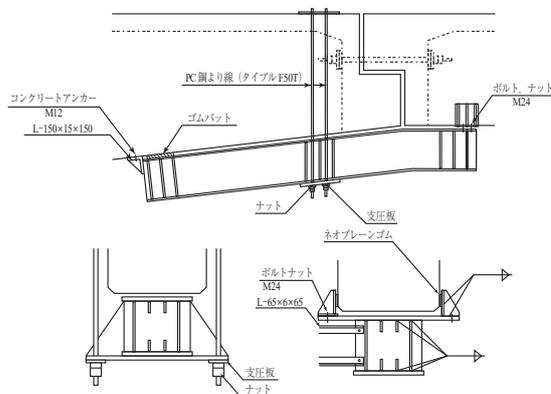


図 - 3 ゲルバーヒンジ補強構造図

4.2 桁連結装置

桁連結装置は、構造はPC 鋼棒による連結構造を採用した。点検結果を考慮して、床版下面に近い位置に設置することで、押抜きせん断が発生しないように荷重の軽減を図った。

5. おわりに

本橋は架替え（10 年後）が決定されている経緯および詳細調査結果に基づく老朽化状況から、最小限の対策により維持管理を実施し、構造的な耐荷力の不足に対してはモニタリングにより荷重制限をコントロールすることが効果的で経済的である。

一方、地元から安全性について問われている背景もあり、安全性に対する数値的な根拠を明確にした上で、補修・補強の必要性、交通規制による荷重制限について説明する必要がある。また、今後の課題として、これまでに実施した机上での照査に加え、実際の交通状況を踏まえた実応力度の計測を行い、耐荷力に対する安全性の検証を行い、モニタリングによる維持管理をシステム化することが重要である。

【2015 年 5 月 1 日受付】