

「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。

工事用の大型車両が通行する T桁橋の調査・補強



三井住友建設(株)
土木本部 橋梁構造設計部
紙 永 祐 紀

1. はじめに

橋梁工事の施工箇所へアクセスするための公道に、施工年代が古い鉄筋コンクリートT桁橋（以下、RCT桁橋）があった。工事中は、土砂運搬、資材搬入、コンクリート打設時のアジテータートラックなど多くの大型車が通行するが、施工当時の資料がなく耐荷性が懸念されたことから、調査を行うこととした。調査結果をもとに復元設計を行い、大型車両の通行時の照査を行ったところ許容値を満足しない結果となったことから、補強を実施することとした。本報告では、本橋の調査とその復元設計、および実施した補強対策の概要について報告する。

2. 橋梁概要

構造一般図を図-1に示す。RCT桁である旧橋はPC桁を用いて拡幅されている。PC桁は断面寸法より昭和34年制定のJIS桁と推定され、工事で使用する車両荷重に対して十分な耐荷力を有していると判断されたことから詳細な調査と補強の対象外とした。調査の対象とした旧橋のRCT桁橋は、市が管理する橋梁であるが、施工年代が古いため設計図書はなく施工時期も不明であった。調査の結果、主桁の鉄筋には丸鋼が用いられており、土木構造物の鉄筋は昭和30年代には異形鋼棒が使用されるようになったことを踏まえて、それ以前の昭和20年代の施工と推定された。

3. 調査および復元設計

(1) 調査内容と調査結果

最初に本橋を管理している市によって過去に実施された調査資料をもとに、書類による調査を行った。市の調査で

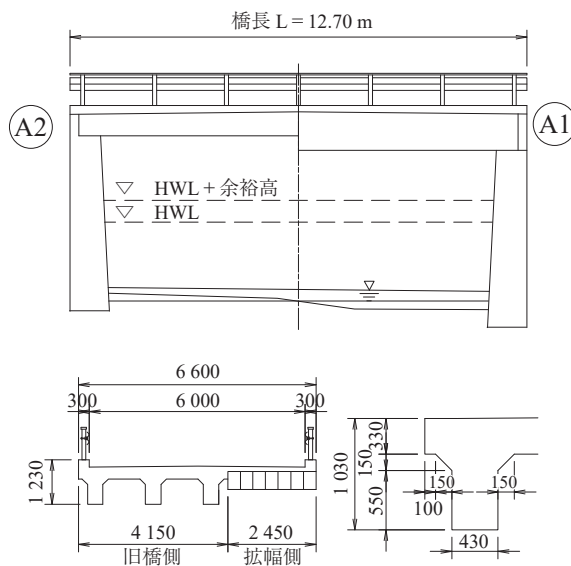


図-1 構造一般図



写真-1 主桁の損傷状況

は、鉄筋探査により鉄筋のかぶりと配置間隔、コンクリートの圧縮強度、中性化、塩化物含有量、損傷調査が実施されていた。調査の結果、鉄筋のかぶりは十分に確保されており、主筋の配置間隔は主桁下縁の軸筋で80 mm間隔となっていた。コンクリートの圧縮強度は15 N/mm²程度と小さく、中性化はかなり進行していた。塩化物イオン濃度は低く塩害の影響は見られなかった。損傷調査の結果、張出し床版の一部と主桁の下縁全体にコンクリートの剥離と鉄筋の露出が生じていることが記載されていた。現地で確認した主桁の損傷状況を写真-1に示す。

詳細な調査用の足場を設置する前に補強の要否を判断する必要があったことから、かぶりコンクリートが剥離し鉄筋が露出している箇所を対象に、点検ロボットカメラにより鉄筋径の計測を行った。このカメラは目視で確認するには困難な場所を、伸長可能なポールに設置したカメラと、カメラを操作するタブレット PC を用いて点検することができる。写真 - 2 に鉄筋径の計測状況を示す。市の調査による部材寸法と鉄筋の配置間隔、本調査で得られた鉄筋径をもとに概略の計算を行い、補強が必要であることを判断した。

調査、補強を行うための足場を設置した後、再現設計を行うために、鉄筋のかぶりと配置間隔をより詳細に確認するための調査を行った。床版および主桁下面に対してストラクチャスキャンにより鉄筋位置およびかぶり厚を測定し、プロフォメーターにより鉄筋径の調査を行った。また、圧縮強度が小さいという調査結果を踏まえてコンクリートの圧縮強度を再調査した。コンクリートの圧縮強度は、測定箇所ではらつきはあるものの、市の調査結果と同様に圧縮強度は小さいことが確認できた。調査結果から復元した主桁配筋図を図 - 2 に示す。

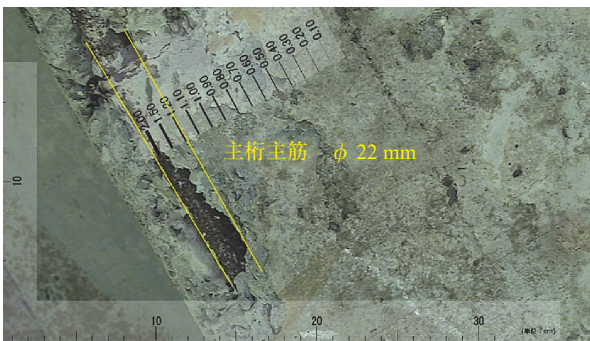


写真 - 2 点検ロボットカメラによる鉄筋径計測

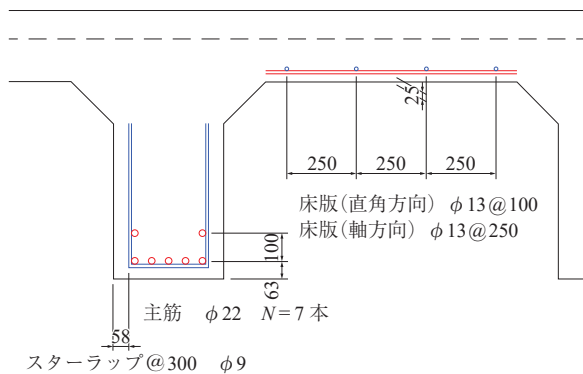


図 - 2 調査結果による主桁配筋図

(2) 復元設計による照査

調査結果により得られた構造寸法と配置鉄筋より復元設計を行い、大型車両の通行時の照査を行った。曲げについての照査結果を表 - 1 に示す。支間中央における死荷重時の鉄筋応力は 142 N/mm² と比較的、大きい値となった。要因としては、PC 桁の拡幅時に 100 mm 程度の床版増し厚が行われており、その荷重増加によるものと推察された。

また、車両通行時は、鉄筋応力は 277.9 N/mm² となった。鉄筋の材質は不明であるが、施工年代から想定される SR 235 とした場合でも大幅に許容値を超えることから曲げに対する補強が必要と判断した。また、せん断に対する照査の結果、支点付近でスタラップの必要鉄筋量を満たさないことからせん断に対する補強も実施することとした。

表 - 1 復元設計による曲げの照査結果

検討ケース	着目断面：支間中央			
	コンクリート応力度 (N/mm ²)		鉄筋応力度 (N/mm ²)	
	σ_c	σ_{ca}	σ_s	σ_{sa}
死荷重時	2.9	8.0	142.1	140.0
	OK		NG	
車両通行時	5.6	8.0	277.9	140.0
	OK		NG	

4. 調査および復元設計

補強は作業空間が狭隘であることから材料が軽量で人力による施工が可能な炭素繊維シート（以下、シート）による補強とした。曲げについてシートによる補強を考慮した検討の結果、補強後においても鉄筋応力は 220 N/mm² と許容値を大きく上回ることを、使用されている鉄筋の材質が不確定であることから、鉄筋が破断した場合を考慮して炭素繊維シートのみで許容値を満足するように補強量を決定した。その結果、主桁下縁に目付量 300 g/m² のシート×9 層の補強とした。また、せん断に対しては不足する耐力分をシートにて補強することとし、目付量 300 g/m² のシート×1 層の補強とした。床版は道路橋示方書の設計活荷重モーメントにより照査を行い、鉄筋量が不足する橋軸方向に対して目付量 300 g/m² のシート×1 層の補強とした。実施した補強の概要図を図 - 3 に示す。

なお、補強完了時にはダンプ車を用いた静的載荷による計測を行った。シートおよび鉄筋のひずみと変位の計測値は設計で想定した値以下となった。これは前述した床版増し厚により見かけの剛性が大きくなったためと推察される。計測の結果から耐荷性に問題がないことが確認できた。本橋は現在、補強工事が完了し工事用の大型車の通行路として供用している。供用後も継続してモニタリングを行っており、工事完了まで管理を続けることにしている。

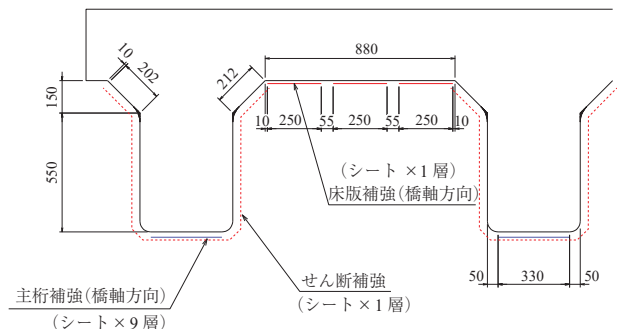


図 - 3 シート補強概要図

【2019年4月25日受付】