

RCT 桁橋の補修・補強設計



(株) インテコ 設計部
平塚和身

1. はじめに

本報告は、RC ラーメン橋脚を有する橋梁の耐震補強・補修設計業務に関連して実施した現地調査と詳細調査、ならびにその調査結果に基づき行った補修・補強設計について取りまとめたものである。本報告では、損傷原因特定のために行ったコンクリート試験結果を考慮した主桁の補修対策および3次元非線形時刻歴応答解析（以下動解という）による橋梁全体の耐震補強設計（剛結化と橋脚柱補強）について述べることにする。

2. 橋梁の諸元と損傷劣化状況

2.1 橋梁諸元

対象橋梁は、昭和 29 年に架設された連続 RCT 桁橋である。橋長は、25.06 m で、側径間部（橋台部）は、桁受けない張出し構造であり、橋脚は、橋軸直角方向にラーメン構造となっている。

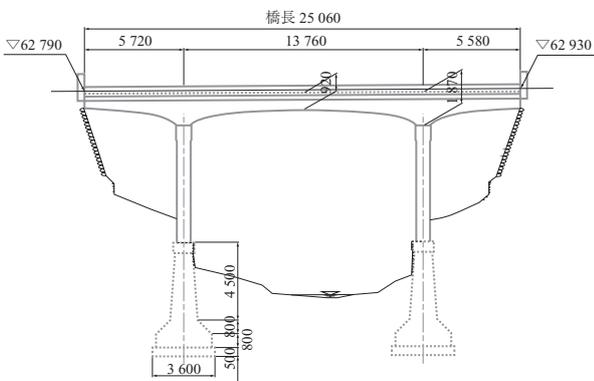


図 - 1 側面図

2.2 損傷劣化状況

本橋は、平成 10 年に剥離鉄筋露出といった損傷劣化が確認され、コア抜きによる強度試験や中性化試験が実施された。その結果、原因は中性化であると判断され、その対策として断面修復と表面保護工が実施されている

今回の現地調査の結果、主桁に剥離鉄筋露出の再劣化が生じるとともに、ラーメン橋脚柱下部に浮きや剥離鉄筋露出が確認された。ヒアリングにより、冬季には、融雪剤の散布が行われていることが判明した。

このため、損傷原因を特定するため、再度、コア抜きによるコンクリート強度試験と中性化試験および塩化物イオン

量試験を行い、過去に実施された調査結果も踏まえて原因を特定することとした。

3. 詳細点検・調査結果

3.1 詳細点検結果

現地の近接目視点検の結果、主桁の剥離鉄筋露出は、主桁の一部のみに発生しており、床版は、中性化もほとんど進行していない健全な状態であることが確認された。ラーメン橋脚基部に発生している剥離鉄筋露出は、P1 橋脚の中柱のみに発生しており、その他の箇所の損傷は少なく、中性化深さも比較的浅いことから、施工不良によるものと判断した。

3.2 詳細調査結果

主桁について実施した詳細調査結果と診断結果を以下に示す。

- ① コンクリート強度は、40 N/mm² 以上が確認されとくに問題は無いものと判断した。
- ② 中性化深さは、20 mm 程度であり、一般部分は、問題ないレベルであると判断した。ただし、剥離鉄筋露出部の鉄筋純被り厚さは、ほとんど無く、対策が必要である。
- ③ 塩化物イオン量は、コンクリート表面付近で、1.4 kg/m³ であり、深度が深くなるごとに低下し、鉄筋位置では、0.6 kg/m³ 程度の濃度となることから、融雪剤による飛来塩分の影響があるものの、内在塩分による影響は少なく、濃度も腐食限界値を下回っていることから対策不要と判断した。

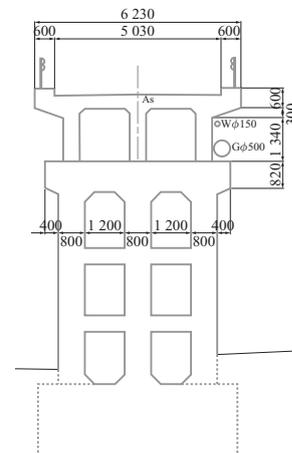


図 - 2 橋脚正面図

4. 補修対策

以上のように、本橋は、平成 10 年の補修対策により、損傷の原因が遮断され、ある程度の効果が得られたものと判断されるが、主桁の一部において、マクロセル腐食による再劣化が生じており、通常の断面修復では、再劣化の発生を防止することは困難で、今後も再劣化が生じる可能性が高いと考えられた。そこで、根本的な対策工として、亜硝酸リチウムによる対策により再劣化を防止することとした。具体的な対策工は、以下のとおりである。

- ① ひび割れ：亜硝酸リチウム混入ひび割れ注入材による鉄筋の不動態皮膜再生。
- ② 剥落・鉄筋露出：亜硝酸リチウム混入ポリマーセメントによる断面修復による鉄筋の不動態皮膜再生。
- ③ その他：今後の床版等からの漏水の防止のための伸縮装置の取替えや橋面防水層の設置などを対策工として計画した。

5. 耐震補強

5.1 耐震性能照査結果

本橋は、橋脚がラーメン橋脚であることや補強レベルを下げる目的から、耐震性評価は、動的解析により行った。また、橋脚の安定計算時にもレベル1地震動による動的解析により得られた断面力を利用し、安定計算を行った。この結果、橋脚は、基礎幅が非常に狭く、合力の作用位置が基礎の外側に有ることが判明し、転倒の危険性が非常に高いことを確認した。また、レベル2地震動に対しては、柱断面が許容値をオーバーしていることが判明した。

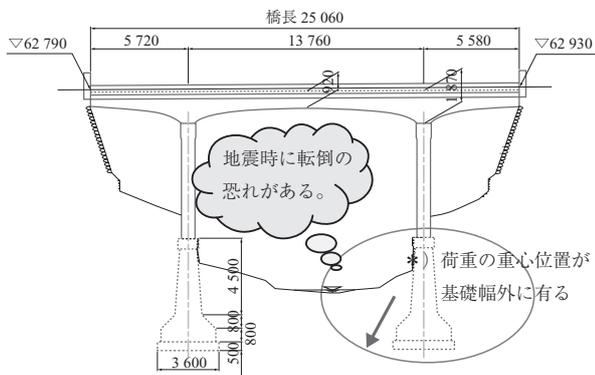


図 - 3 橋脚安定度（転倒）イメージ

5.2 耐震補強計画

耐震性照査の結果から、通常の補強では、基礎を含めた大規模な掘削を伴う補強が必要と考えられたが、現況地形は、非常に急峻な地形であり、建設時の斜面崩壊発生の情報も有ることから、掘削を伴う補強は、困難であると判断し以下の対策を検討した。

- ① ダンパー、免震沓による免震橋への変更
- ② 支承条件変更（剛結）による構造変更

免震橋では、レベル1に対する効果が薄く、基礎の安定の確保が困難であったことから、支承条件の変更（剛結）

による対策を行うこととした。

これにより、基礎の安定確保が可能となるほか、柱上端部の断面力は、大きくなるものの柱下端の断面力の低減が可能となり、柱断面そのもの補強レベル低減も可能となった。なお、柱補強は、RC橋脚巻立て補強工法（PP工法）による補強により死荷重の増大の低減を図った。

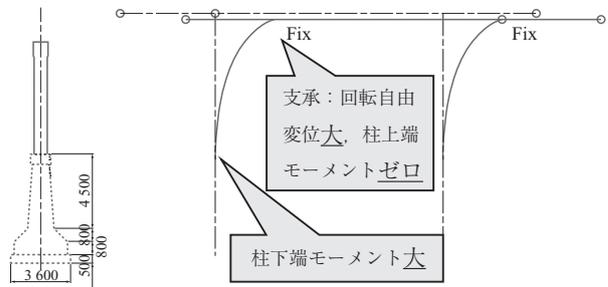


図 - 4 橋脚変位イメージ図（固定 - 固定）

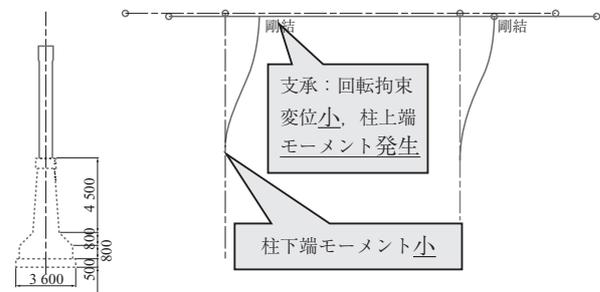


図 - 5 橋脚変位イメージ図（剛結 - 剛結）

5. おわりに

これまでの補修工事では、マクロセル腐食による再劣化を想定した補修工法が採用されてきたとはいき切れず、再劣化発生による再度の補修工事を必要とする事案が後を絶たない。このため、損傷のメカニズムを考慮した補修計画が必要であると考えます。

また、耐震補強に関しても、構造物のもつそれぞれの特徴を把握した上で、既成概念にとらわれない自由な発想や技術を駆使した多方向からのアプローチにより、より合理的な耐震計画を行う必要があると考えます。

【2017年4月25日受付】