

架橋後 54 年を経過した RCT ラーメン橋の耐震補強計画

四国建設コンサルタント 正会員    ○村田 士    四国建設コンサルタント 特別会員    池田 一郎  
四国建設コンサルタント 特別会員    江原 博司    四国建設コンサルタント 特別会員    大岡 和俊

1. はじめに

本稿にて対象とする橋梁は、鋼単純合成鈹桁橋と RC 床版構造の上部工を有する 2 径間連続 T 型ラーメン橋（以下、RCT ラーメン橋と称す）の 2 連構造であり、架橋後 54 年が経過している。このうち RCT ラーメン橋は、常時鉛直荷重に対して圧縮側となる支間部床版上面に鉄筋が配置されていない特殊な構造条件を有する。

ここで、上下部工が剛結されたラーメン橋は、地震等の水平力を受けると上部工に曲げやせん断といった断面力が伝わるという構造特性を有するため、上部工に上面引張が発生する際の耐荷性能不足が懸念された。

本稿では、上面鉄筋が配置されていないという特殊な条件下における、ラーメン橋特有の構造特性を考慮した耐震補強計画について記す。

2. 橋梁概要ならびに配筋要領

既設橋梁の橋梁概要ならびに配筋要領を図-1,2 に示す。

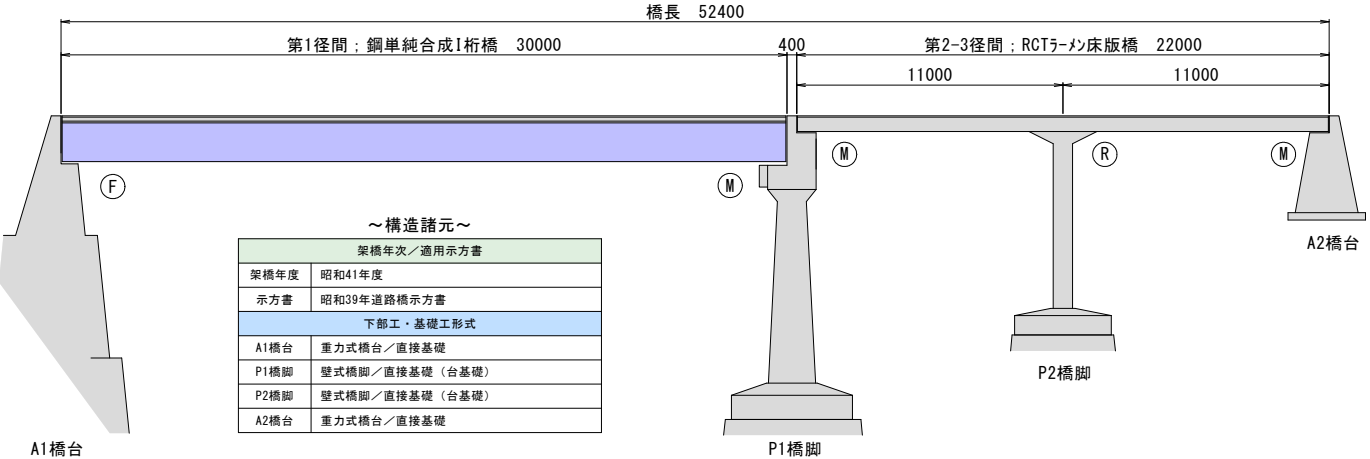


図-1 橋梁概要（側面図・構造諸元）

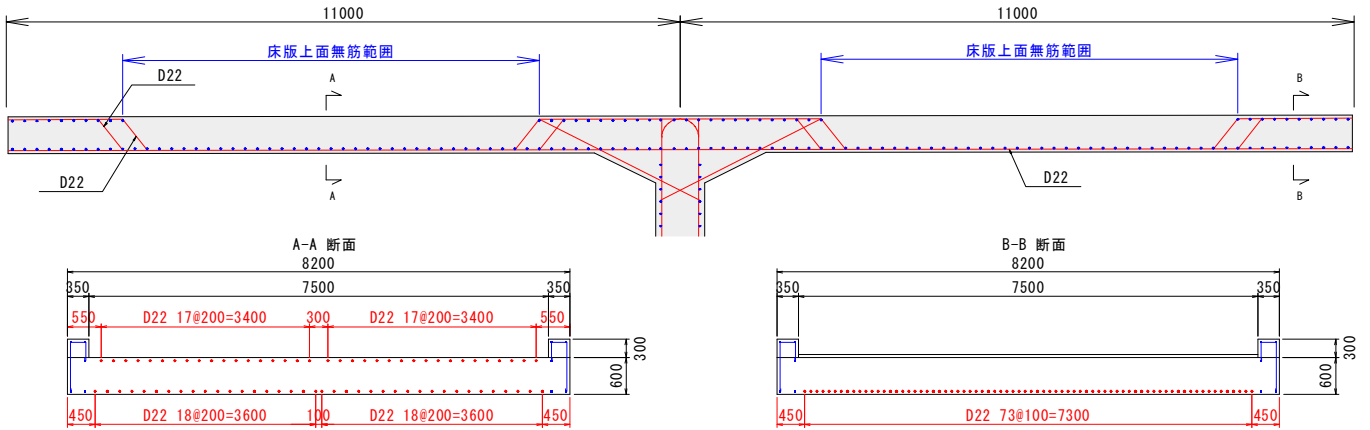


図-2 配筋要領

3. 耐震補強上の課題

床版上面無筋範囲における RC 床版断面の曲げ耐力は、上面引張側において 72.0kN・m であった。なお、曲げ耐力の算出には地覆鉄筋も見込んでおり、この地覆鉄筋が降伏ひずみに達する際の曲げモーメントとした。レベル 2 地震時に上面無鉄範囲における上部工に生じる曲げモーメントは最大で 4800kN 程度と大幅に耐力を超過する断面力が生じ、所定の耐震性能を満足できないことが明らかとなった。

耐荷性能を満足させる方法として、「1.補強鉄筋追加による曲げ耐力の向上」、「2.上部工発生断面力の低減」、の2通りによるアプローチが考えられるが、前者の方法では上面鉄筋敷設に伴う床版増厚により、上部工剛性が大きくなり発生断面力が増加するため、補強効果が小さくなり、補強が追いつかない結果であった。

一方、後者のアプローチでは、剛な下部工（橋台等）への固定などにより変位を制限することが考えられるが、A2 橋台は橋軸方向可動の重力式橋台であり、地震時水平力の増加が橋台の安定性に影響を及ぼす懸念があった。このような場合にはグラウンドアンカー等で橋台を補強することも考えられるが、現地地質調査の結果、岩盤層が想定より深い位置に確認されたため、グラウンドアンカーによる補強が困難であった。

上記のように著しく耐力超過する構造に対して、橋台による変位制限ができない条件下において、いかに断面力を低減できるかという点が、本橋の耐震補強上の最たる課題であった。

4. 耐震補強計画

上記課題をうけ、A2 橋台以外での変位拘束方法として P1 橋脚による変位制限を考えた。しかし、P1 橋脚は柱単体での変形が生じるために、橋台に比べ変位拘束効果が小さくなることから、隣接する 1 連目の支承条件変更も含めて橋全体としての変位拘束工法

を立案した。P1 橋脚ならびに RCT ラーメン橋の変形を抑制する方法として、支承条件の変更や制震ダンパーによる変位制御が考えられ右表に示す 4 案に対して比較検討を実施した。

表-1 比較検討案

| 補強案 | A1橋台 | P1橋脚 |      | P2橋脚  | A2橋台 | 施工性 | 経済性 | 採用案 |
|-----|------|------|------|-------|------|-----|-----|-----|
|     |      | 起点   | 終点   |       |      |     |     |     |
| 現況  | Fix  | Mov  | Mov  | Rigid | Mov  | -   | -   | -   |
| 第1案 | Fix  | ダンパー | ダンパー | Rigid | Mov  | △   | △   |     |
| 第2案 | Fix  | Fix  | ダンパー | Rigid | Mov  | ○   | ○   | ○   |
| 第3案 | Fix  | ダンパー | Fix  | Rigid | Mov  | △   | △   |     |
| 第4案 | Fix  | Fix  | Fix  | Rigid | Mov  | ○   | △   |     |

検討の結果、P1 橋脚起点側を固定条件に変更し、終点側に制震ダンパーを設け、変位をコントロールする第 2 案が構造的・経済的に優れるため、採用案とした。なお、第 1,3 案は P1 橋脚起点側の鋼橋(3 主桁)に制震ダンパーのほか、水平力分担構造ならびに落橋防止装置と 3 デバイスを取付る必要があるため施工性に劣ると評価した。

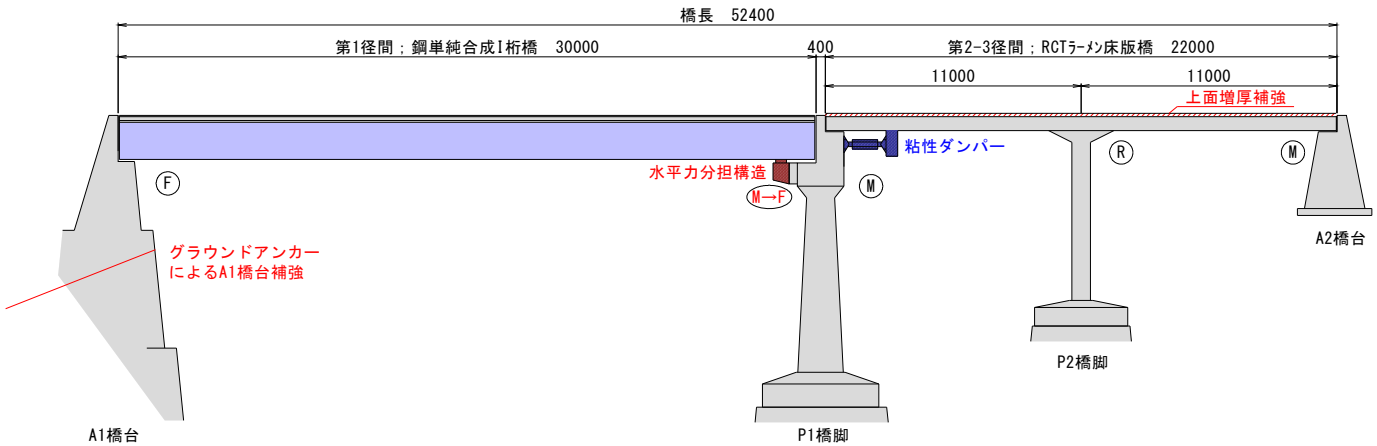


図-3 第 2 案補強概要

第 2 案の採用にあたっては、支承条件変更により生じる構造への影響について適宜補強・照査を実施している。地震時水平力増加に対する A1 橋台の補強ならびに両端固定となる第 1 径間上部工の照査、P1 橋脚の安定性照査等である。また、変位制限により大幅に断面力を低下させた場合にも発生断面力 2500kN 程度と、現況耐力以下とはならないため、不足する耐荷性能を補うよう上面増厚による補強鉄筋追加を行い、所定の耐震性を満足させる計画とした。

5. まとめ

上部工床版上面鉄筋が敷設されていないという特殊な条件下において、ラーメン橋特有の構造特性を踏まえた補強計画を立案した。補強にあたっては、橋梁全体系での変位制限による上部工発生断面力の低減と、上部工耐力の向上という 2 つのアプローチを考え、とくに変位制限はデバイス設置箇所や支承条件の変更をパラメトリックに検討することで、構造的な観点から適切な補強工法が立案できた。