

上田川橋床版取替工事—PC合成桁へのPCa床版とリンクスラブの適用—

(株)大林組	正会員	工修	○仲田	宇史
(株)大林組	正会員		三田村	健二
中日本高速道路(株)			檜作	正登
中日本高速道路(株)	正会員	工修	池端	信哉

キーワード：床版取替え，プレキャスト床版，PC合成桁，リンクスラブ

1. はじめに

高度経済成長期に整備された多くの高速道路の橋梁で、大型車交通量の増加や経年劣化などに起因した床版の損傷が著しく、速やかな床版取替え工事の必要性が高まっている。本稿は、中央自動車道園原IC～中津川IC間の大規模更新事業におけるPC合成桁の床版打替え計画に対し、プレキャスト(以下、PCa)床版の適用や、リンクスラブを採用しノージョイント化した上田川橋の設計事例について紹介するものである。

2. PC合成桁へのPCa床版の適用

2.1 PCa床版による床版取替概要

上田川橋はスパン長31m×4連のPC単純合成桁橋である(図-1)。発注時は既設と同様に現場打ちRC床版に打ち替える計画であった。その場合、既設主桁から突出しているスターラップ、ずれ止め鉄筋などをウォータージェット(以下、WJ)ではつり出し、再利用する必要があった。この方法では、床版撤去に時間を要し、かぎられた交通規制期間内に床版打替えを完了できないことから、PCa床版を用いる計画に変更した(図-2)。

PCa床版による床版取替概要を以下に示す。

- ・既設床版の撤去は、主桁からのずれ止め鉄筋などをPC桁の上面にてコンクリートカッター(鉛直方向)とワイヤソー(水平方向)で切断する。
- ・既設PC桁と新設PCa床版との接合は、上フランジに配置される無機系あと施工アンカーを用いたずれ止め鉄筋による(図-3)。
- ・PC桁とPCa床版の間は超速硬性の無収縮モルタルを充填する。また、PCa床版に配置されたずれ止め鉄筋用の孔も同じ無収縮モルタルで充填する。
- ・ずれ止め鉄筋は、道路橋示方書(平成14年3月)11章¹⁾に示される最小ずれ止め量規定を満たすよう1断面・1主桁あたりD22×3本、橋軸方向の標準配置間隔を500mmとする。また、水平方向

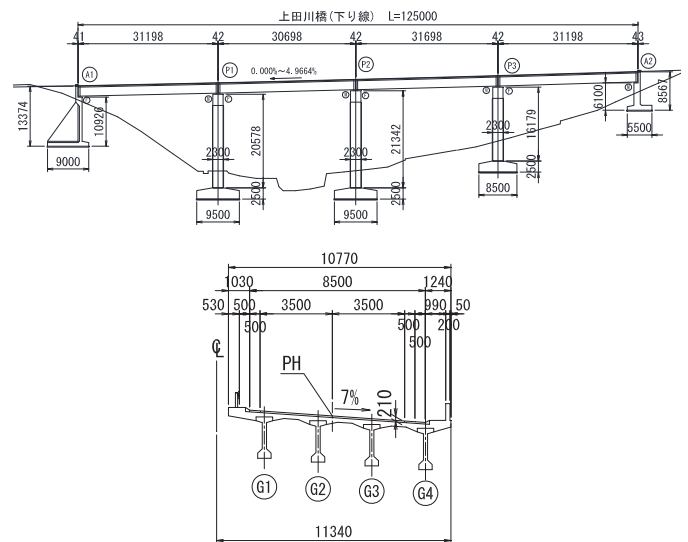


図-1 上田川橋の概要(現況)

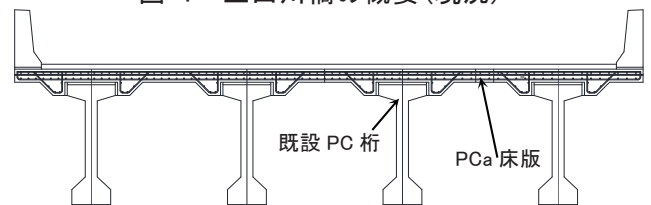


図-2 PCa床版配置概要図

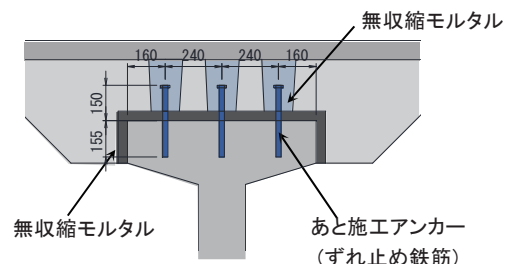


図-3 PCa床版接合部の概要

ずれ力に対する照査や、横方向(首振り)モーメントによる照査を満足しない場合は橋軸方向の配置間隔を小さくする。

2.2 PCa 床版の構造的特徴

既設合成桁は、上フランジの一部が床版ハンチ内に埋め込まれた形式である。一般的に主桁上にPCa床版を設置する場合の床版形状としては、図-4のAやBの形状が挙げられるが、A形状の場合は主桁近傍での負曲げに対する床版厚が不足して構造が不成立、またB形状の場合は既存の橋面高よりも、ハンチ厚分だけ橋面高が高くなり伸縮装置部や縦断線形への影響が大きく、適用が困難であった。そこで、標準厚の220mmを確保した床版の下に突起を設け、既設主桁の上フランジを帽子(以下、キャップ)のように取り囲む床版形状とした(図-5)。このような形状とすることで、床版下のキャップが既設主桁の上フランジに拘束され、負曲げによる床版の変形を抑制し、床版上縁の引張応力度(橋軸直角方向応力度)を低減することがFEM解析により確認された(図-6)。結果として、既存の橋面高さを変えることなく、220mmの床版厚でPCa床版の構造が成立している。

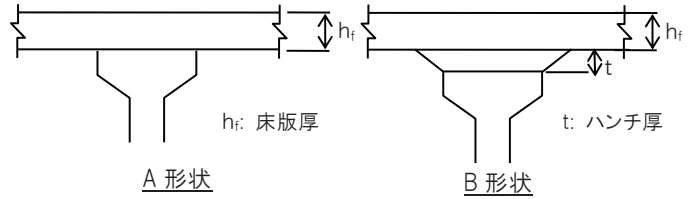


図-4 一般的なPCa床版の形状

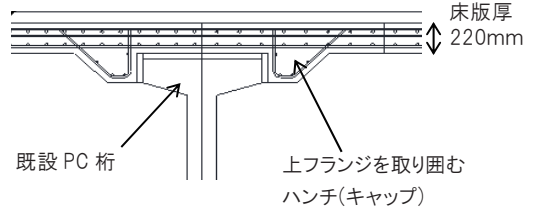


図-5 上田川橋のPCa床版の形状

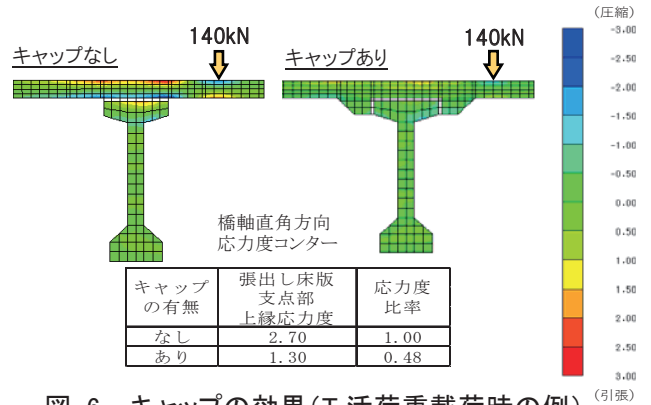


図-6 キャップの効果(T活荷重載荷時の例)

2.3 荷重実験による耐荷性能の確認

上述のキャップの有効性や、接合部の挙動を確認するために、主桁間隔や床版厚などを実寸法で再現した試験体により、荷重実験を行った。試験体はPCa床版を模擬した上部と、主桁を模擬した下部とに別々に製作し、あと施工アンカーや無収縮モルタルにより上下部を接合することで実施工の状態を再現した(図-7)。荷重は床版支間中央における単調荷重とした。

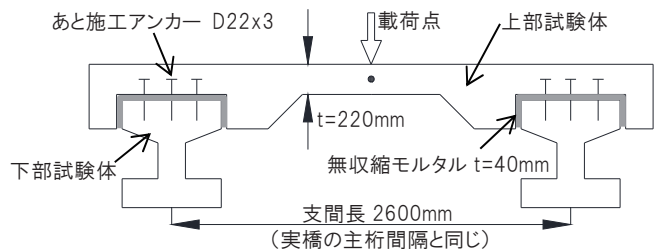


図-7 試験体の概要

T荷重相当荷重 (=設計荷重) や、アンカー許容引抜き力相当荷重でも、アンカーの引き抜けなどが起こらないことを確認した(図-8)。図-9に荷重終了後の試験体を示すが、主な損傷は床版部および主桁ウェブに現れ、接合部に変状は見られずに完全に一体化され、床版に作用する荷重が主桁に伝達されていることが分かる。

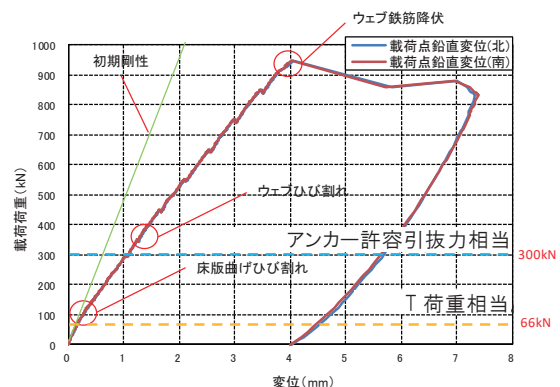


図-8 荷重-変位関係



図-9 荷重終了後の試験体

2.4 荷重実験によるずれ止め機能の確認

主桁上フランジ上のあと施工アンカーおよび床版との隙間に充填された無収縮モルタルは、水平方向のずれ止めとしての機能も有する。設計で見込んでいる評価式が安全側の設定であることを確認するために載荷試験を実施した。試験体はPCa床版(厚み 220mm)を模擬した上部梁と、主桁上フランジ(厚み 270mm)を模擬した下部梁を別々に製作して、あと施工アンカーと無収縮モルタルで接合し合成梁とした(図-10)。なお、上部梁底面は実際のPCa床版の底面と同じ目粗し仕上げ、下部梁上面は現場ワイヤソーでの切断面を模擬した滑面仕上げ(木ごて仕上げ程度)とした。

合成梁を4点曲げ載荷した結果を図-11に示す。設計計算で見込んでいた道示Ⅲに示される許容ずれ止め力や、AASHTO LRFD 5.8.4.1²⁾に示される同種接合の終局耐力に相当する荷重レベルにおいても、上下梁の相対ずれは見られず構造の安全性を確認した。また、いずれの荷重レベルにおいても、ずれ止め鉄筋には大きなひずみは発生していないことからモルタル層のすべりが生じていないことが分かる(図-12)。上記のコンクリート面の状態においても充填された無収縮モルタルの付着力は十分であることを確認した。図-13に載荷終了後の試験体写真を示す。

3. 既設合成桁の床版連結(リンクスラブ)化

3.1 リンクスラブの構造的特徴

発注時計画は、損傷の著しい床版の打替えと単純桁を4径間連続化し、ジョイントレスによる走行性の改善と漏水対策を行う予定だった。発注時は内外PCケーブルを併用した桁連続化によるものであったが、限られた交通規制期間内で施工を完了させるためには、現場作業量を縮減する必要がある。そこで、PCa床版を採用するとともに、床版のみを連結するリンクスラブとした(図-14)。

リンクスラブによる床版連結は、断面力の状態が単純桁に近くなる特徴がある。図-15に本橋における連続桁化の場合と、床版連結の場合の活荷重による曲げモーメント分布の比較を示す。連続桁構造では中間支点部で大きな負曲げが作用するのに対して、床版連結構造では負曲げが著しく

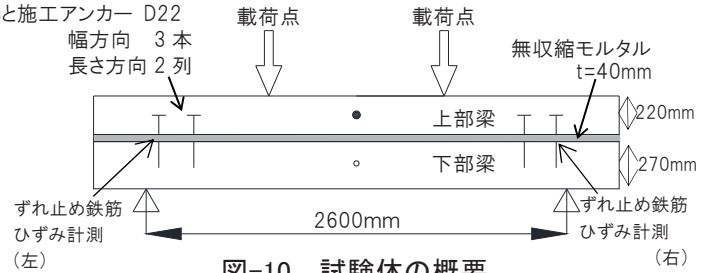


図-10 試験体の概要

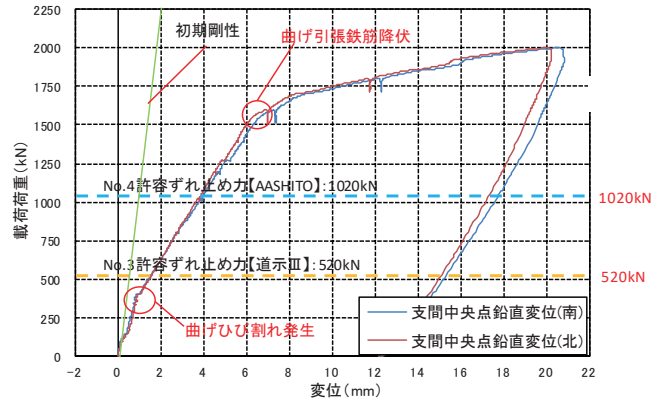


図-11 荷重-変位関係

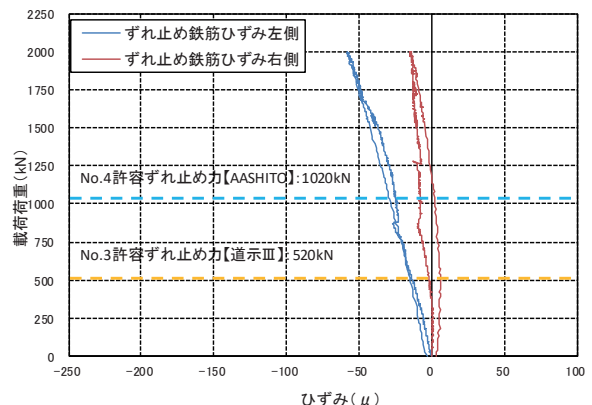


図-12 ずれ止め鉄筋のひずみ

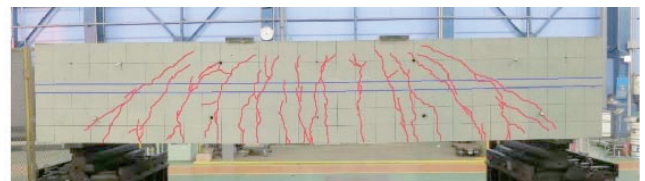


図-13 載荷終了後の試験体

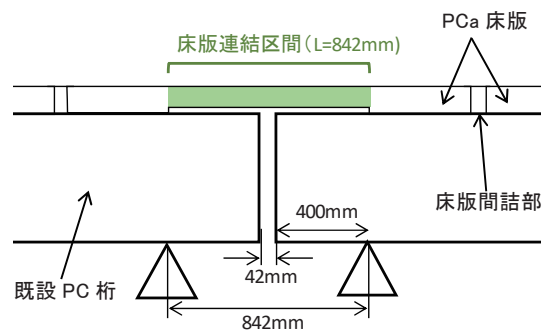


図-14 床版連結の概要

低減される結果となった。これにより、既存構造（単純桁）の挙動を大きく変えることなく、ジョイントレス化を実現している。

3.2 リンクスラブへの主方向プレストレスの導入

支点部に生じる負曲げに対しては、床版のみの小さな断面で抵抗することとなる。床版の長期耐久性を確保するため、常時において床版コンクリートにひび割れを発生させないことを要求性能とし、橋軸方向プレストレス力（以下、PS力）を与えることとした。支点上に配置されるPCa床版に、NAPP工法にて工場製作時に橋軸方向PS力を導入した。橋軸直角方向にはプレテンション方式(1S15.2×10本)でPS力が導入されているため、支点上に配置される版は二方向のPS力導入となる。すべて工場で行われるため、現地でのPS力導入作業がなくなり、現場作業量の縮減に寄与している。また、外ケーブルによる連続桁化とは異なり、二次力が発生しない効率的なPS力導入となる。必要な橋軸方向PS力は1主桁あたり、NAPP60Tユニット（導入PS力=620kN相当）が6本となる。この配置によって、すべての範囲で桁上縁の床版コンクリートは、ひび割れ発生限界以下の応力度レベルとなっている（図-16）

3.3 支承条件の変更

現況の支承条件で連結化した場合、温度時にリンクスラブに大きな軸力が作用することが確認された。上田川橋は中間橋脚の脚高が高いため、橋脚が上部構造の伸縮変形を吸収することができる。そこで、支承条件を両橋台を可動、中間橋脚を固定に変更し軸力の発生を小さくした（図-17）。

4. おわりに

本報告はPC合成桁の床版打替えにPCa床版を採用し、リンクスラブにより連結化した事例である。本報告が同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編，pp.255～264，平成14年3月
- 2) American Association of State Highway and Transportation Officials：AASHTO LRFD，Section5 Concrete structures, pp.5-78～5-80，2012

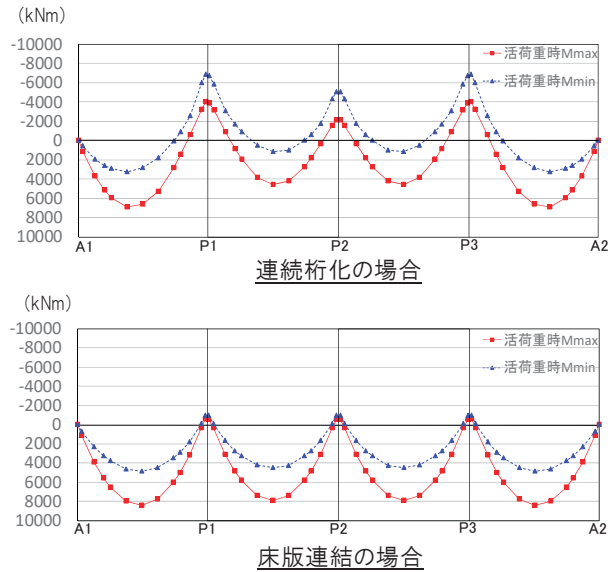


図-15 活荷重による曲げモーメント

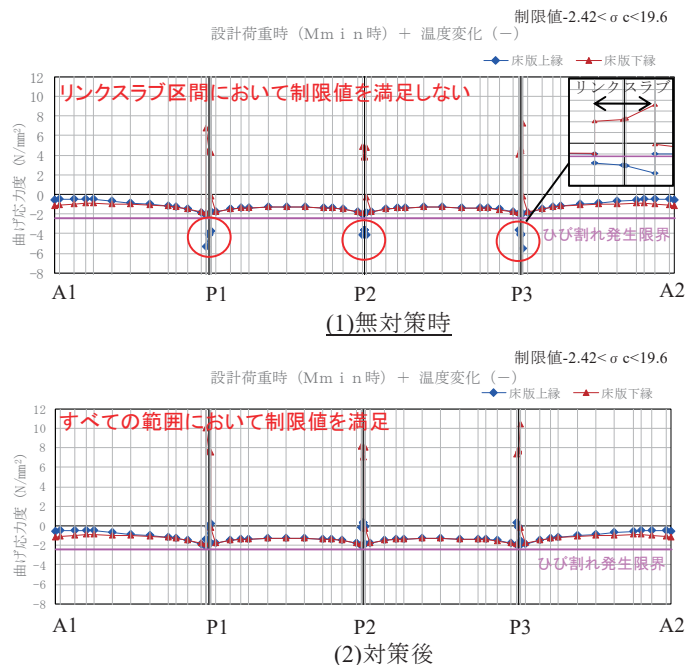


図-16 床版への橋軸方向PSによる応力度の改善

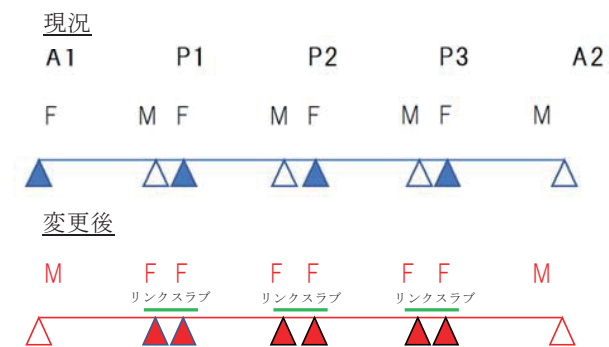


図-17 支承条件の変更