

プレキャスト床版を有する非合成桁のずれ止めの配置に着目した検討

宇都宮大学 学生員
正会員

○ 乾真之介, 柳沼大介
NGUYEN MINH HAI

フェロー会員 中島章典
正会員 藤倉修一

1. はじめに

既設の合成桁あるいは非合成桁の鉄筋コンクリート床版(以下, RC 床版と呼ぶ.)の老朽化が問題視されており, これをプレキャスト床版(以下, PCa 床版と呼ぶ.)に取替える工事が増加している¹⁾.

ここでは非合成桁の RC 床版を PCa 床版に取替える場合を検討する. 非合成桁のずれ止めは設計上, 鋼桁と床版間に働く水平せん断力は伝達しないとされているが, 実際には, 床版と鋼桁間に水平せん断力が作用し, ずれ止めはそれに抵抗する. PCa 床版を用いる場合には, 箱抜き部を設けてずれ止めを配置し床版と鋼桁を一体化させるため, やはりずれ止めはせん断力を伝達することになる. したがって, PCa 床版取替えの際にも, ずれ止めの強度などを考慮して適切に配置する必要があると考えられる.

そこで本研究では, 合成前死荷重による鋼桁の応力を適切に考慮できる剛体ばねモデルを用いた弾塑性解析²⁾を行い, 非合成桁に PCa 床版を用いる場合について, 使用性及び安全性の限界状態を満足するずれ止めの配置を検討する.

2. 非合成桁の解析モデル

ここでは, 4 本主桁を有する 2 径間連続非合成桁の 1 つの主桁と対応する PCa 床版部分をモデル化した. その解析モデルの概要を図-1 に, その断面諸元を図-2 に示す. 鋼桁は変断面構成としているが, 全長で PCa 床版の断面は一定である. 継手部分を含め, 橋軸方向に 1 枚 1800mm の PCa 床版を 34 枚並べると考える. 道路橋示方書³⁾において, 非合成桁の場合, ずれ止めの配置間隔を 1m 以内とすることが一般的であるとの記載があるため, 図-3 に示すように, PCa 床版の箱抜き部の大きさは 220×150mm で 900mm 間隔を基本とし, 軸径 22mm, 高さ 150mm のスタッドを, ずれ止めとして配置する. そのスタッドのせん断力-ずれ変位関係は, 複合構造標準示方書⁴⁾に準拠して設定した.

また道路橋示方書³⁾に即して, 上下フランジの降伏応力は 315N/mm², ウェブの降伏応力は 325N/mm², 鉄筋の降伏応力は 345N/mm² とし, 床版コンクリートの圧縮強度は 30N/mm² とした. さらに, 鋼桁及び鉄筋の弾性係数は 205kN/mm² とした.

ここで, PCa 床版と鋼桁が一体化する前の PCa 床版と鋼桁の死荷重いわゆる合成前死荷重は約 1102kN, PCa 床版と鋼桁が一体化した後の舗装と高欄の死荷重いわゆる合成後死荷重は約 918kN と算出した.

3. 解析結果

ここでは, 以下のような 3 つの荷重の荷重方法を用いた場合について, 2 径間連続非合成桁のずれ止めの挙動を確



図-1 2 径間連続合成桁の解析モデル

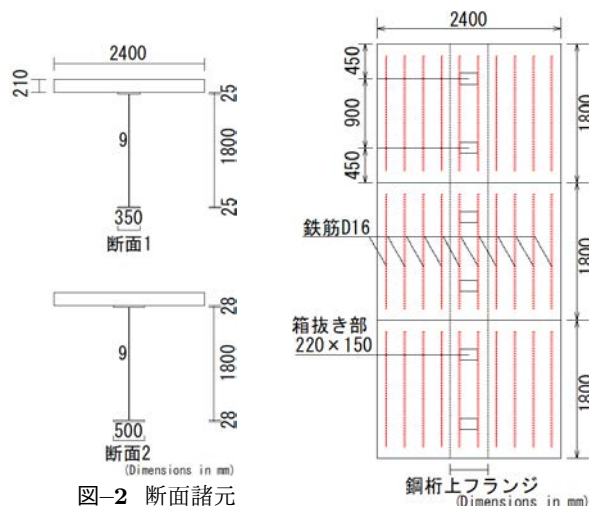


図-2 断面諸元

図-3 PCa 床版箱抜き部

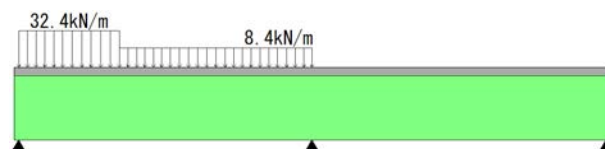


図-4 活荷重の荷重状況

認する. Case1: 合成断面に総死荷重と活荷重を荷重する方法, Case2: 合成前死荷重による鋼桁の応力を考慮した合成断面に活荷重を荷重する方法, Case3: 合成前死荷重による鋼桁の応力を考慮した合成断面に合成後死荷重と活荷重を荷重する方法. この中では, Case3 の荷重方法が最も実際に近いと考えられる.

また荷重荷重として, 合成前死荷重と合成後死荷重は桁全長に等分布荷重とし, 活荷重は桁端部のずれ止めに不利な活荷重として, 図-4 に示すような活荷重を用いる.

(1) 基本モデルのずれ止めの照査

箱抜き部は 900mm 間隔で, スタッドを全長に 2 本ずつ配置した場合を考える. 活荷重が図-4 の荷重値となるときスタッドに作用するせん断力分布を図-5 に示す. ここで Case1 では, 死荷重と活荷重を同時に合成断面に荷重するため, スタッドは死荷重にも抵抗する. よって, Case1 のせん断力は最も大きくなる. 次に Case2 では合成後死荷重を合成断面に考慮していないため, せん断力は最も小さい

値となる．ここで最も実際に近い Case3 では、使用性の限界状態と考えられるせん断耐力 V_u の $1/2^4$) を満足していないことが確認できる．

(2) 使用性の限界状態を満足する場合のずれ止めの照査

スタッドが設計荷重時に使用性の限界状態を満足するような、スタッドの配置を検討する．そのため箱抜き部 900mm 間隔は変えず、両端の PCa 床版 5 枚分にはスタッド 3 本に増やし、その間の PCa 床版分にはスタッド 2 本を配置する．このときスタッドに作用するせん断力分布を図-6-a に示す．ここで Case1 では上記で述べた理由と同様、左端付近のせん断力は最も大きい値となり、Case2 ではせん断力は最も小さい値となる．このとき最も実際に近い Case3 では、使用性の限界状態であるせん断耐力 V_u の $1/2$ を満足していることが確認できる．また、非合成桁の設計上の最大荷重は約 4633kN(合成前死荷重+合成後死荷重+5×活荷重)であり、この荷重載荷時のスタッドに作用するせん断力分布を図-6-b に示す．この図から Case3 の場合においても左端のせん断力が、安全性の限界状態と考えられるせん断耐力 152kN に達していることが確認できる．

(3) 安全性の限界状態を満足する場合のずれ止めの照査

ここでは、最も実際に近い Case3 のみを検討する．非合成桁の設計上の最大荷重時に、スタッドが安全性の限界状態であるせん断耐力を満足するスタッドの配置を検討する．そのため箱抜き部の配置間隔を 600mm 間隔に変更し、両端の PCa 床版 5 枚分にはスタッド 3 本、その間の PCa 床版分にはスタッド 2 本を配置する．また非合成桁の設計上の最大荷重は上記で述べた通り約 4633kN である．このときスタッドに作用するせん断力分布を図-7 に示す．この図から、安全性の限界状態であるせん断耐力 152kN を満足していることが確認できる．

4. まとめ

本研究では、2 径間連続非合成桁を対象として、RC 床版を PCa 床版に取替える場合のずれ止め配置について検討した．ここでは、合成前死荷重による鋼桁の応力を考慮できる剛体ばねモデルによる弾塑性解析²⁾を行い、合成前死荷重、合成後死荷重及び活荷重の荷重方法がずれ止めに作用するせん断力に及ぼす影響を確認した．そして、実際に則した荷重載荷を受ける場合に、使用性及び安全性の限界状態を満足するずれ止めの配置を検討した．その結果、ずれ止め間隔 1m 程度の非合成桁としてのずれ止め配置は、使用性及び安全性の観点から好ましくなく、それよりもずれ止めの配置間隔を狭めたほうが望ましいことを確認した．

参考文献

- 1) 長谷俊彦, 田尻丈晴, 高橋正雄, 石橋雅一, 池上浩太郎: 外ケーブルを用いた主桁補強を伴う床版取替工事-弓振川橋-, 橋梁と基礎, Vol.51, pp.51-56, 2017.5.
- 2) 尾形圭祐, 中島章典, NGUYEN MINH HAI, 藤倉修一: 合成前死荷重の荷重履歴を考慮した連続合成桁の挙動に関する研究, 土木学会関東支部第 46 回技術研究発表会講演概要集, I-59, 2019.3.
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, II 鋼橋・鋼部材編, pp.390-395, 2017.11.
- 4) 土木学会: 複合構造標準示方書, pp.158-160, 2015.

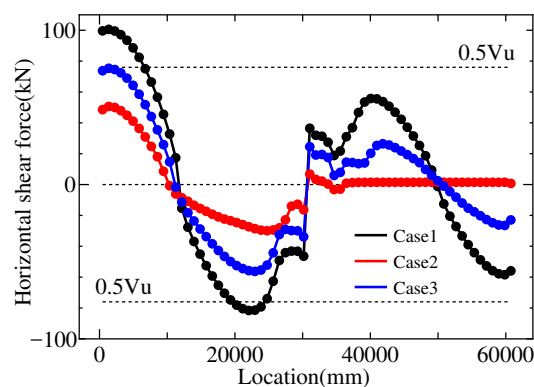


図-5 基本モデルのずれ止めのせん断力分布 (設計荷重時)

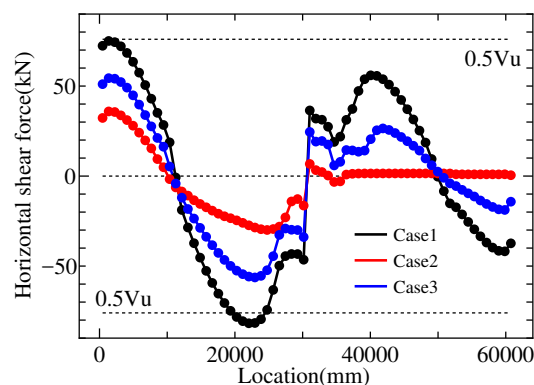


図-6-a 設計荷重時

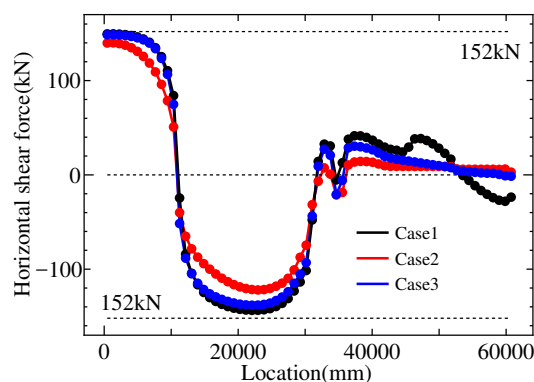


図-6-b 最大荷重時

図-6 使用性を満足する場合のずれ止めのせん断力分布

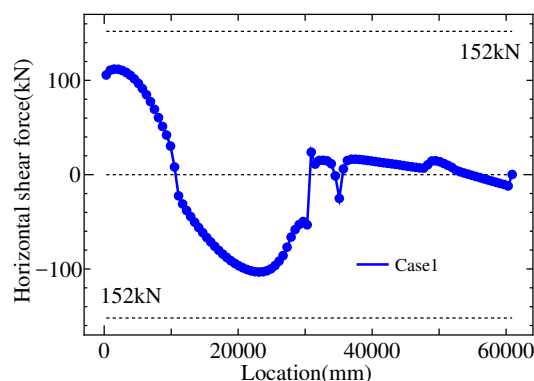


図-7 安全性を満足する場合のずれ止めのせん断力分布 (最大荷重時)