

軽量プレキャスト合成床版を用いた桁端部のグループスタッド配置における合成挙動

茨城大学 学生会員 ○河西 健太 正会員 原田 隆郎
 日本ファブテック(株) 正会員 山本 将士 鬼満 悠 木村 恭介

1. はじめに

近年、大規模更新工事の床版取替において、建設当時の薄い RC 床版から現行基準を満足したプレキャスト PC 床版への取替えがなされている。床版と鋼桁の合成は、頭付きスタッドを用いて箱抜き構造によるグループスタッド配置が採用されているが、鋼桁の端支点部や中間支点部は、床版と鋼桁間の水平せん断力が大きくなり、必要スタッド本数が多くなる。そのため、スタッドを自由配置できる場所打ち PC 床版で対応している事例もあり、当該箇所のプレキャスト化は合成桁設計における課題の一つとなっている。そこで本研究では、既設橋梁に T ヘッド工法鉄筋継手を有する軽量プレキャスト合成床版（以下、SLaT-FaB 床版）を用いたオールプレキャスト化の実現性に向けて箱抜き構造やずれ止め配置の設計を行い、FEM 解析によりグループスタッド配置の合成挙動について確認する。

2. 検討概要

既往の研究¹⁾で用いた主桁間隔 4.0m 支間長 29.750m の 2 径間連続 3 主 I 桁橋の既設橋梁を対象モデルとしてスタッド配置の検討を行う。スタッド配置の検討にあたり、スタッドを自由に配置できる場所打ち PC 床版を比較対象とし、PCaPC 床版および SLaT-FaB 床版を既設橋梁の取替用床版とした計 3 ケース実施する。桁端部の床版パネルの箱抜き検討図を図-1 に示す。床版厚は、PCaPC 床版で 230mm、SLaT-FaB 床版で 180mm とする。PCaPC 床版のパネルの幅はこれまでの実績より 2.2m、SLaT-FaB 床版は 2.3m を基本として配置する。スタッド配置する箱抜き構造は PCaPC 床版については PC 鋼材を避けた 2 箇所、SLaT-FaB 床版については角形鋼管を避けた 3 箇所と間詰め箇所に配置できる計画とした。

3. 水平せん断力に基づくスタッド配置の検討

各ケースに作用する水平せん断力は格子解析により算出した。スタッドの設計は既設橋梁の設計で用いた H24 年版道路橋示方書（以下、道示）に準拠し、現場打ち床版は断面区間長、PcaPC 床版と SLaT-FaB 床版は床版パネル幅の区間内に、それぞれ配置できる最大スタッド本数と耐力を算出する。スタッド径は $\phi 22$ を基本とし、配置できない場合は $\phi 25$ まで考慮するとともに、橋軸方向の配置は箱抜き形状に対して 2 列もしくは 3 列とした。なお、PCaPC 床版の 3 列配置は道示規定外のスタッド間隔 75mm となるため、既往の研究²⁾よりせん断耐荷低減率を考慮した許容力を算出した。

各ケースの G1 桁における桁端部のスタッド配置検討結果を表-1 に示す。SLaT-FaB 床版における水平せん断力は 1046.9 kN/パネルとなり、桁端部で PCaPC 床版に比べて約 30%小さい値となった。これは、床版厚が薄くなり、軽量コンクリートを使用することで死荷重が約 25%減となっていることが主な要因である。水平せん断力が大きくなる桁端部におけるグループスタッド配置に着目すると、PCaPC 床版は、スタッド径 $\phi 25$ まで考慮してもスタッド必要本数の配置が不可となった。SLaT-FaB 床版は、スタッド径 $\phi 22$ で配置可能であることが確認できた。これは、PCaPC 床版に比べて、箱抜き形状や箱抜き箇所数の関係からスタッド本数を約 2.4 倍配置できるため、水平せん断力が大きくなる桁端部でもスタッドの必要本数を満足することがわかった。

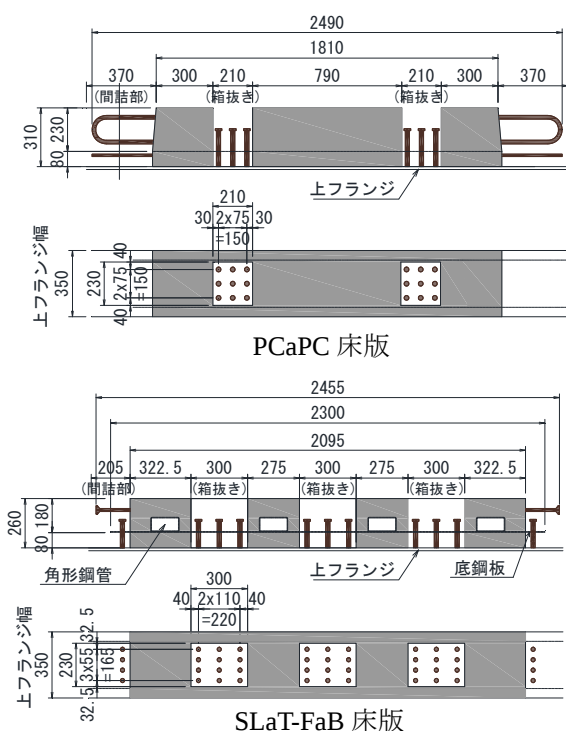


図-1 桁端部の箱抜き構造検討図(単位:mm)

キーワード 床版取替, 軽量プレキャスト合成床版, スタッド配置, 合成挙動, FEM 解析

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL: 0294-38-5172

表-1 G1 主桁の桁端部におけるスタッド配置検討結果

検討条件								検討結果				
床版の種類	床版厚 (mm)	スタッド 形状 (mm)	1パネル当たりの箱抜き条件					許容せん断力 (kN/本)	水平せん断力 (kN/パネル)	許容せん断力 (kN/パネル)	スタッド 必要本数 (本)	配置 可否
			形状 (mm)	箇所数 (箇所)	スタッド配列 (列)		配置可能 本数 (本)					
					橋軸	橋直						
場所打ちPC床版	230	φ 22x200	-	-	14	3	-	41.1	1601.3	1726.2	39	-
PCaPC床版	230	φ 22x200	210x230	2	3	3	18	36.1	1601.3	649.8	45	不可
	230	φ 25x200		2	3	3	18	46.6	1601.3	838.8	35	不可
SLaT-FaB床版	180	φ 22x150	300x230	3	3	4	44	41.1	1046.9	1808.4	26	可

4. FEM 解析によるずれ止め配置効果の比較検討

3 ケースの床版とスタッド配置を反映した解析モデルを作成し、床版取替後の活荷重載荷時における合成桁としての全体挙動を確認した。解析モデルは、橋軸方向に対称性を考慮した 1/2 モデルとし、解析コードは MSC Nastran2022 を使用した。モデル化は、合成床版のコンクリート部はソリッド要素とし、底鋼板はシェル要素とした。鋼桁はシェル要素とし、鋼桁と床版の合成はスタッドを考慮したばね要素とした。ばね値は、スタッド径 φ22 に対して 422kN/mm、φ25 に対して 485kN/mm を用いた²⁾。載荷荷重は B 活荷重とし、G1 桁の桁端部に着目したケースで実施した。

G1 桁における支間中央部の断面応力分布の比較を図-2 に示す。SLaT-FaB 床版の断面応力分布は、場所打ち PC 床版および PCaPC 床版と概ね一致しており、平面保持が成立している。また、場所打ち PC 床版との比較からグループスタッド配置による合成効果が得られていることがわかった。桁端部における場所打ち PC 床版と SLaT-FaB 床版のスタッド反力分布比較を図-3 に示す。自由に配置できる場所打ち PC 床版は、スタッド配置のモデル化の関係で反力分布が波打つものの、橋軸方向に桁端部から中央に向けて概ね緩やかな減少傾向を示している。一方、グループ配置した SLaT-FaB 床版も同様の傾向を示しており、自由にスタッド配置した状態と同等の合成挙動を示すことが確認できた。

5. まとめ

本研究では SLaT-FaB 床版を用いた場合のオールプレキャスト化の実現性に向けてそのずれ止め配置や設計について検討した。その結果、場所打ち PC 床版においてスタッドが密配置となる桁端部においても、SLaT-FaB 床版を用いたプレキャスト化が可能であることが確認できた。また、FEM 解析より、グループスタッド配置においても自由配置と同等の合成挙動を示すことが確認できた。

参考文献

1) 鬼満悠, 原田隆郎, 大柳英之: 軽量プレキャスト合成床版を用いた床版取替工事における鋼桁補強数量の低減効果の解析的検討, 土木学会第 65 回年次学術講演会論文集, VI-356, 2022.9.
2) 岡田淳, 依田照彦, Jean-Paul: グループスタッド配置したスタッドのせん断耐荷性能に関する検討, 土木学会論文集 No.766, I-68, pp.81-95, 2004.7.
3) (公社)土木学会: 複合構造レポート 17 連続合成桁橋における床版取替え技術の現状と展開, pp121-124, 2021.9.

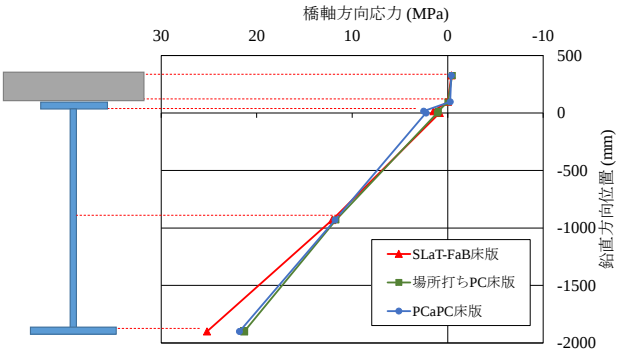


図-2 G1 桁における支間中央部の断面応力分布比較

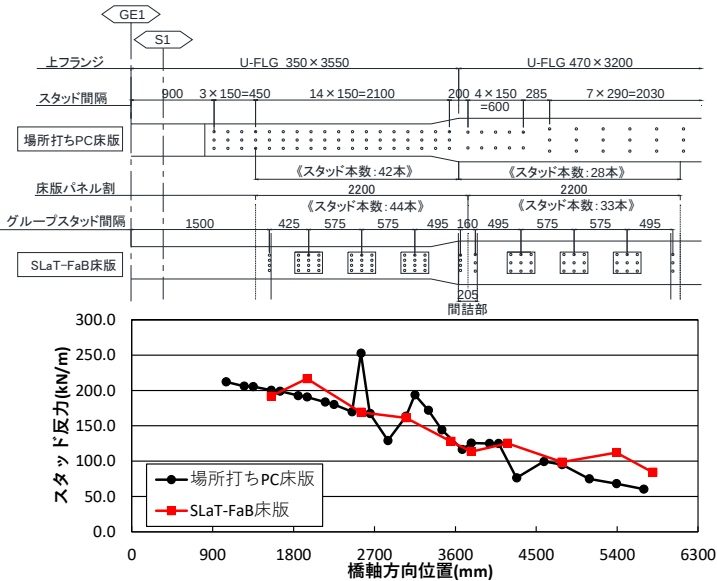


図-3 G1 桁におけるスタッド反力分布比較