

プレキャスト床版を有する弾性合成桁のずれ止め性能に関する基礎実験研究

ものづくり大学 正会員 ○大垣賀津雄, PHAM NGOC VINH
 太平洋マテリアル 正会員 石田学, 赤江信哉
 大阪工業大学 正会員 今川雄亮

1. はじめに

近年、橋梁の高齢化が進み大規模修繕や更新が始まっており、最近では施工性および耐久性の観点から、プレキャスト PC 床版への取替え工事が行われている。合成桁にプレキャスト PC 床版を使用する場合、せん断力が大きい桁端部付近のずれ止めの配置が難しくなり、この対策として高強度スタッドを使用し、本数を減らすことが検討されている¹⁾。しかしながら、合成桁として必要な頭付きスタッドを配置しきれないケースがほとんどである。そこで、本研究では、合成桁の床版にプレキャスト PC 床版を使用することを前提に、頭付きスタッド周辺の箱抜き部に弾性係数の低いモルタルを充填した供試体の静的押抜き載荷試験を行い、不完全合成桁²⁾（以下、弾性合成桁と呼ぶ）設計の可能性について検討することとした。

2. 試験概要

試験に用いる供試体を図 1 に示す。本試験では、450×450×210mm のプレキャスト床版を想定したコンクリートブロックを製作し、200×450×16mm の鋼桁を想定した部材を各種モルタルを用いて一体化させる。コンクリートブロックと鋼桁との間を版下モルタル、スタッド用の箱抜き部分を充填モルタルと定義する。材料の詳細を表 1 に示す通りである。また版下モルタル施工時にスタッドの軸溶植部分に 10mm のウレタンを巻いておき、充填モルタル施工時にはウレタンを取り除いて、スタッドの付け根部分も充填モルタルを施工した。図 2 に示す通り、H 形鋼コンクリートブロックとの相対ずれが 4mm となるまで、20kN ずつの増分載荷と除荷の繰り返しを行った。相対ずれが 4mm を超えてからは、破壊するまで単調載荷とした。

3. 試験結果

試験結果を表 2 に示す。相対ずれ δ の履歴曲線のピークの包絡線を図 3 に、バネ定数 k と作用せん断力 Q_s の関係を図 4 に示す。表 2 において、フレキシビリティ定数とバネ定数の A とは、図 3 の曲線の最大作用荷重の 1/3 と原点を結ぶ割線剛性値である²⁾。また、 B とは図 4 のせん断力比 (Q_s/Q_{Sc}) が 1.0 の時の数値である。ここで、限界せん断力 Q_{Sc} は、荷重-ずれ曲線の載荷・除荷

表 1 使用材料

項目	名称	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
コンクリート版	早強コンクリート	48.9	2.8×10^4
版下モルタル	無収縮モルタル	70.1	2.8×10^4
充填モルタル	CASE 1	62.6	2.3×10^4
	CASE 2	39.2	1.7×10^4
	CASE 3	32.7	1.0×10^4
	CASE 4	13.8	1.3×10^3
名称	種類	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
頭付きスタッド	$\phi 19 \times 150$	372	444

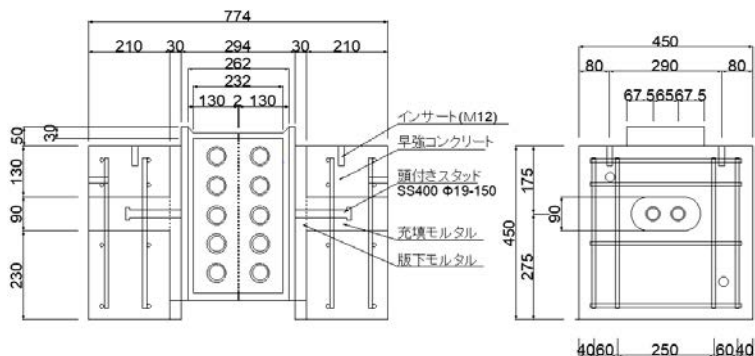


図 1 実験供試体

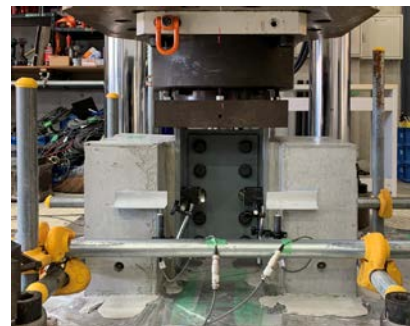


図 2 載荷実験状況

キーワード ずれ止め, プレキャスト床版, 弾性合成桁, ゴムラテックスモルタル, 軽量樹脂モルタル
 連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 番地 ものづくり大学 建設学科 TEL:048-564-3907

の1サイクルが、 $\delta = 0.08\text{mm}$ に達するときのオフセット値に相当する荷重であると定義した³⁾。また、フレキシビリティ定数は下式(1)で与えられる²⁾。

$$S = \sqrt{(k_o \cdot L_d) / (k \cdot m)} \quad (1)$$

ここに、 k_o : 基準バネ定数に $1.96(\text{kN/mm/mm})$, k : $\phi 19$ スタッド 1本当たりのバネ定数(kN/mm/本), m : 1列当たりのスタッドの本数, L_d : ずれ止め間隔(mm)である。

表2に示す通り、CASE1がCASE2,3,4よりもフレキシビリティ定数が低いことがわかる。フレキシビリティ定数が低いほど合成効果が高くなるということであり、高強度な無収縮モルタル材で充填した場合は、完全合成桁挙動になることがわかる。また、CASE4は他の材料に比べフレキシビリティ定数が高く、ずれ変形しやすい傾向にあり、弾性合成桁に近い挙動を示すといえる。図4に示す通り、せん断力比が0.6~0.8を超えてからすべての材料のバネ定数が低下しており、特にCASE4はバネ定数が最も低い値であることがわかる。各CASEの充填モルタルの弾性係数とフレキシビリティ定数A,Bの関係を図5に示す。同図から、充填モルタルの弾性係数が小さくなるとフレキシビリティ定数が大きくなり、弾性合成桁の挙動に近づくことが伺える。

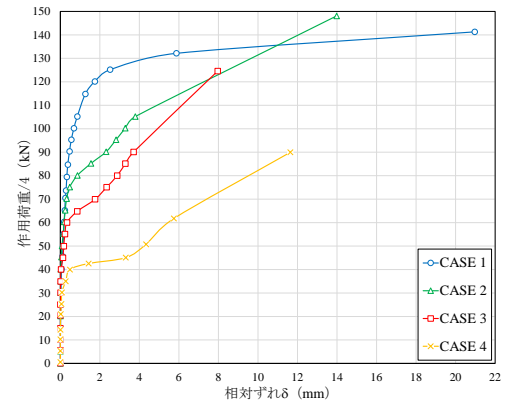


図3 相対ずれ履歴曲線のピーク包絡線

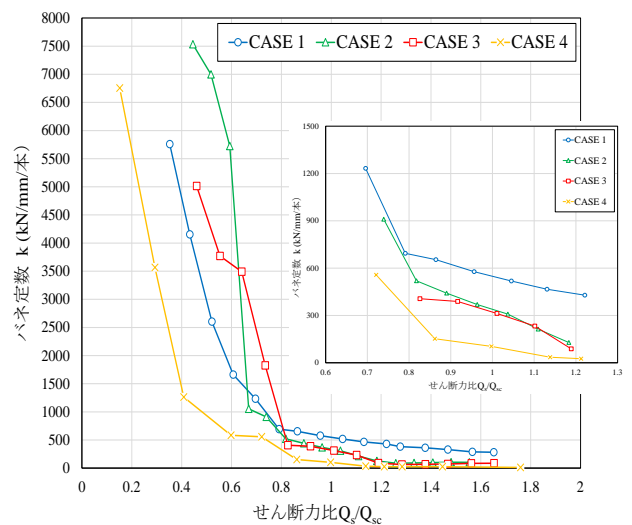


図4 バネ定数kと作用せん断力Qの関係

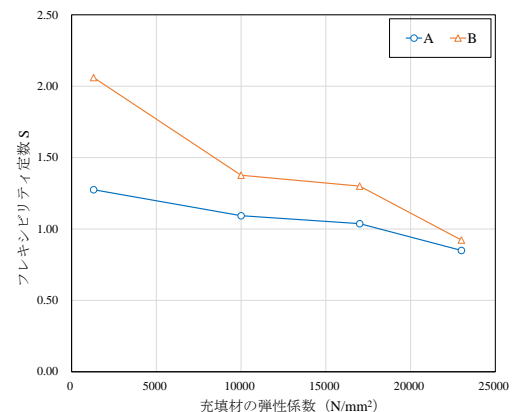


図5 充填モルタルの弾性係数とフレキシビリティ定数の関係

4. まとめ

プレキャスト床版の充填モルタルを低弾性な材料にすることで、弾性合成桁の挙動に近くなることが分かった。今後、より多くの試験データを蓄積して、フレキシビリティ定数の考え方や弾性合成桁設計法を含めた研究を行う必要がある。

【謝辞】本研究に際し、土木学会複合構造委員会の関係各位から貴重な意見を頂き、感謝いたします。

【参考文献】

- 1)木下貴史, 小林崇, 石原涼澄, 今川雄亮, 大山理: 軽量コンクリート2種を用いたプレキャスト床版におけるスタッドのせん断耐力, 土木学会年次学術講演会講演梗概集, Vol.73,CS6-021,2018.9
- 2)小松定夫, 佐々木考: 不完全合成桁格子桁橋の理論と近似計算法について, 土木学会論文報告書, 第329号 1983.3
- 3)中井博, 山内幸裕, 袴田文雄, 酒造敏廣, 山本竜太郎: プレキャスト床版を用いた負の曲げモーメントを受ける弾性合成桁の実験的研究, 土木学会構造工学論文集, Vol.34A,1988.3
- 4)土木学会: 複合構造標準示方書 [2014年制定] 設計編, 2015.5

表2 試験結果

試験体	充填モルタル	最大荷重 (kN)	最大せん断耐力 Q_{smax} (kN/本)	最大ずれ量 δ_{max} (mm)	降伏せん断耐力 Q_{sy} (kN/本)	限界せん断耐力 Q_{sc} (kN/本)	せん断耐荷力計算値 Q_{scal} (kN)	破壊モード	バネ定数k (kN/mm/本)		フレキシビリティ定数S	
									A	B	A	B
CASE 1	無収縮モルタル	565.2	141.3	20.97	87.5	57.7	89.1	スタッド破壊	518.2	518.4	0.85	0.92
CASE 2	低弾性ゴムラテックスモルタル	592.3	148.1	13.98	70.1	67.7	89.1	スタッド破壊	613.9	260.9	1.04	1.30
CASE 3	超低弾性ゴムラテックスモルタル	498.2	124.6	7.96	60.0	54.5	89.1	モルタルの破断	414.5	232.7	1.09	1.38
CASE 4	軽量樹脂モルタル	359.9	90.0	11.60	35.1	35.1	78.3	モルタルの破断	373.0	103.9	1.28	2.06

注) 表中、せん断耐荷力計算値は文献4)による値である。