

チャンネル型プレキャストPC床版を用いた鋼合成桁のずれ止め特性

九州大学大学院 正会員 山口浩平 ・ 日野伸一 ・ 太田俊昭
 (株)富士ピー・エス 正会員 堤忠彦
 山口大学 正会員 浜田純夫

1. はじめに

プレキャスト床版を用いた鋼合成桁において、床版と鋼桁間の結合部のずれ止め設計は重要なポイントの一つである。通常、スタッドをずれ止めとして使用する場合は、そのずれ止め耐力に基づく道路橋示方書の規定に準じて設計されている。スタッドのずれ止め性能については多くの研究がなされており、許容、限界および終局せん断耐力も定式化されている。一方、チャンネル型プレキャストPC床版(CPC床版)を用いた鋼合成桁の場合、スタッドに加えて床版下面形状の支圧効果によりずれに抵抗する構造であるが、支圧効果の定量的評価がなされていないのが現状である。

そこで本研究では、2面押抜きせん断試験を行い、支圧効果によるずれ止め特性を解明し、結合部の変形状を精度良く再現できるFEM解析モデルを提案した。

2. 2面押抜きせん断試験

本構造は、間詰め部と鋼桁間(図-1: 接合面A)はスタッド、床版と間詰め部間(同: 接合面B)は支圧効果によりずれに抵抗する構造である。また、著者らは支圧効果の有無を評価するために、先に別シリーズの2面押抜きせん断試験を行い支圧耐力の定性的な評価を得ており¹⁾、今回は支圧効果の定量的評価を行うことを目的とした。

図-2に試験体構造一般図を示す。床版と間詰め部間でずれを生じさせ支圧効果によるずれ止め性能を評価するため、同図に示すように全スタッドを間詰め部内に群配置し、片面に5本/列×2列=10本とし、接合面Aのスタッド耐力は接合面Bの支圧耐力よりも十分に大きな値とした。なお、支圧耐力は、間詰め部打設幅(w: 150mm)×リブ高(t: 25mm)×間詰め部モルタル強度(f_c^* : 50N/mm²)として算出した。

試験体は、表-1に示すように、打設幅、リブ高、傾斜面長をパラメータとした計7タイプであり、各タイプ2体ずつ製作した。なお、リブB(図-1)の支圧効果を検討するために、リブA(図-1)は省略した床版形状とした。各タイプBの床版形状は、実橋¹⁾と相似形の基準試験体である。

3. 数値解析

試験結果の評価の妥当性を検証するとともに、床版下面形状の支圧効果による水平せん断力伝達機構、支圧部へのひび割れ発生メカニズムなどを検討するために、2次元非線形FEM解析を行った。図-3に示すように、試験体の対称性を考慮して解析モデルは1/2対称モデルとし、床版、間詰め部、鋼桁は4節点平面ひずみ要素を用いた。スタッドは2節点はり要素を用いてスタッドの頭部と基部のみをコンクリートと剛結させ、スタッドははり要素によりモデル化し、非線形挙動であるずれ特性を考慮した。床版コンクリート、間詰め部モルタルの圧縮域の応力-ひずみ関係は道路橋示方書に準じ、また引張域はひび割れ発生までは線形弾性、ひび割れ発生後は直線ひずみ軟化とした。スタッド(19)の水平方向のずれ特性は初期勾配を208kN/mmとし、ずれが急増する荷重である限界せん断耐力後の勾配は初期勾配の1/100としたバイリニアモデルとした。

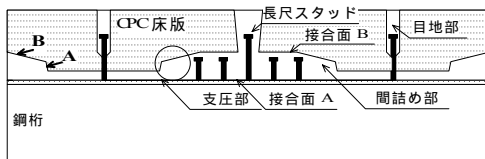


図-1: CPC床版を用いた鋼合成桁

表-1: 試験体の諸元

Type	打設幅 w [mm]	リブ高 t [mm]	傾斜面長 l [mm]	リブ角 θ	支圧面積 A [mm ²]	特徴
I	A	100	103	14°	2500	床版形状は同一で、打設幅により支圧面積を変化。
	B	150			3750	
	C	200			5000	
II	A	150	13	7°	1950	打設幅は一定で、リブ高により支圧面積を変化。
	B		25	14°	3750	
	C		45	26°	6750	
III	A	25	205	7°	3750	打設幅、リブ高は等しく支圧面積は一定であるが、傾斜面長を変化。
	B		103	14°		
	C		57	26°		

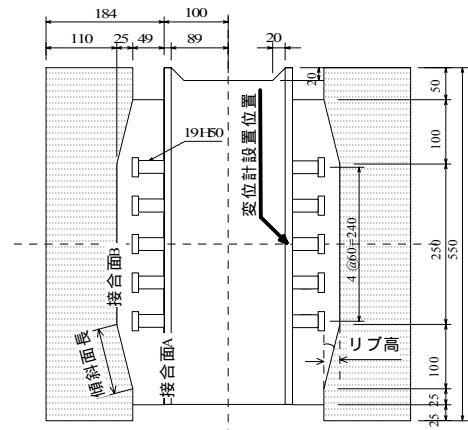


図-2: 試験体構造一般図

Key Word: 鋼合成桁, ずれ止め, 2面押抜きせん断試験

〒812-8581 福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学大学院 工学研究院 建設デザイン部門・Tel / Fax : 092-642-3309

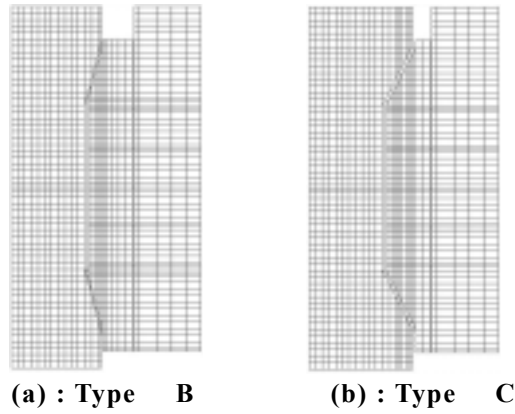


図-3：解析モデル

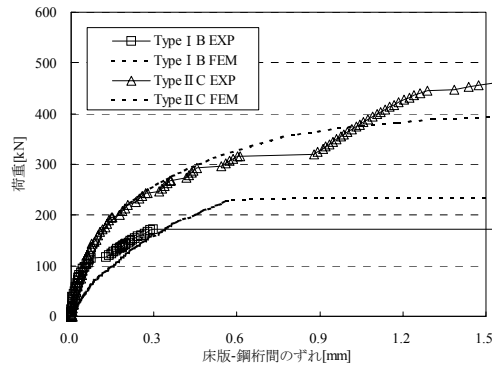


図-4：荷重-ずれ曲線

4. 結果および考察

図-4は、試験結果の一例として Type B, Cの荷重-ずれ曲線を示している。同図より、リブ角が大きい Type Cはずれが約0.2mmで傾きが緩やかになり、その後も荷重、ずれ量とも増加しながら最大耐力に至った。それに対して、リブ角が比較的小さい Type Bはずれが約0.2mmで傾きが緩やかになるが、それ以上の顕著な荷重増加がないまま最大耐力に至った。また、FEMにおいても精度良く再現できており、本解析法の有用性が示された。

図-5に各試験体の限界耐力(Q_c)と最大耐力(Q_{max})の比 Q_c/Q_{max} を示す。同図より、基準試験体である Type Bの平均は約0.6であるが、これは最大荷重の約60%までは荷重-ずれ曲線がほぼ直線であったことを意味している。Type Bを基準として考察すると、リブ角が大きい Type C, Cはそれぞれ約0.35, 0.5と小さく、ずれが生じた後も荷重は増加しつつ変形が進行し、急激な破壊が起こらないことを示している。それに対して、リブ角が小さい Type A, Aの値はほぼ1.0であり、ずれが生じたと同時に破壊に至る危険な結果となった。

以上より、脆性的な破壊性状を示した Type A, Aを除くと、設計上重要な間詰め部の限界耐力は、最大耐力に対して $Q_c/Q_{max} = 0.4 \sim 0.6$ に近似でき、実橋では間詰め部のずれ止めとして、さらに鉛直接面(図-1のリブA)や床版貫通スタッドが機能することを考慮すると、床版下面リブ部による支圧抵抗の限界耐力を $Q_c = 0.5Q_u$ として設計に適用すれば、ずれ止めとして十分に安全に機能することがわかった。

図-6に全試験体の最大耐力 Q_{max} と支圧耐力 Q_u の比 Q_{max}/Q_u を示す。同図より、タイプによっては1未満のやや危険側評価のものもあるが、ほぼ $0.8 < Q_{max}/Q_u < 1.2$ の範囲にあり、ずれ止め強度としてこの支圧耐力による評価がほぼ妥当な結果であることが確認された。

5. まとめ

CPC床版を鋼合成桁に適用する場合、間詰め部と鋼桁間のスタッド配置はそのずれ止め耐力に基づく道路橋示方書の規定に準じて、床版と間詰め部間のずれ止めは、支圧抵抗を取り入れて限界耐力を考慮した設計を行うのが合理的であり、またFEMにより支圧部の応力状態、ひび割れなどを再現可能であることがわかった。

参考文献

1) Shinichi HINO et al. : Composite Girder Bridge with Channel-Precast PC Deck Slabs, Proc of the 6th ASCCS International Conference on Steel-Composite Structures, Vol. 1, pp.181 - pp.188, March 2000

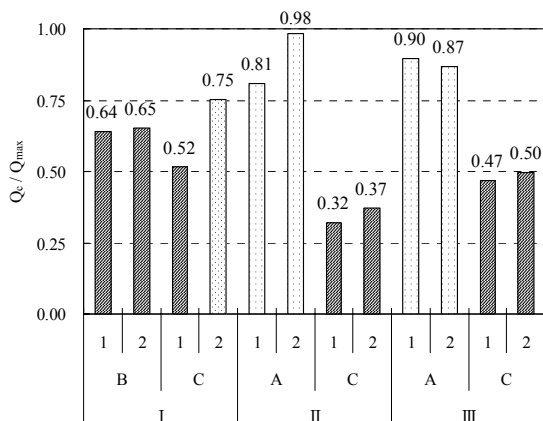


図-5：限界耐力と最大耐力の比

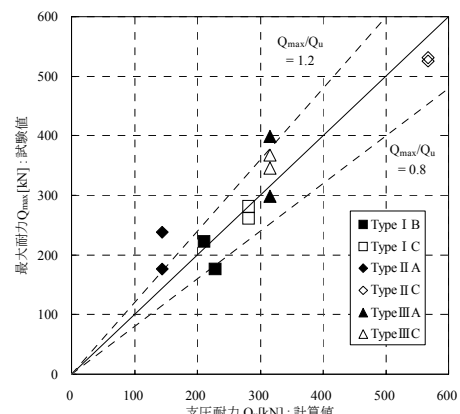


図-6：最大耐力と支圧耐力の関係