

スタッド-コンクリート床版間にインターフェイス要素を用いた。

b) 解析に用いた材料定数を表-2に示す。コンクリートの圧縮側の構成則は、Eurocode 2に示された応力-ひずみ関係をベースとして作成した。引張側の構成則は linear tension softening model とした。スタッドは、標準引張試験を行い、得られた応力-ひずみ関係をもとにして multi-linear model でモデル化した。鉄筋は、bi-linear model でモデル化した。鋼桁は、十分な板厚（フランジ厚 32.5 mm，ウェブ厚 18 mm）と剛性を有していることを事前解析で確認しており、線形とした。

c) コンクリートの破壊基準として Drucker-Prager の破壊基準を用いた。スタッドおよび鉄筋の降伏判定には、von Mises の降伏基準を用いた。

d) 鋼桁とコンクリート床版の付着および付着が切れた後の滑り摩擦の影響を付着・滑り摩擦モデル¹⁾により考慮し、鋼桁-コンクリート床版間に適用した。

表-2 解析に用いた材料定数

コンクリート N/mm ²	強度クラス	C30/37	C50/60
	圧縮強度	30	50
	引張強度	2.9	4.1
スタッド N/mm ²	降伏強度	445	
	引張強度	530	
	ヤング係数	200000	
鉄筋 N/mm ²	降伏強度	460	
	引張強度	600	
	ヤング係数	200000	
鋼桁 N/mm ²	ヤング係数	200000	

4. 解析結果および考察

図-2 に平城・松井らが提案したスタッドの押し抜きせん断耐荷力に関する強度評価式(1)と既往の押し抜きせん断試験データ（データ数：197 個，スタッドの軸径：6 mm～32 mm，スタッドの全長：35 mm～214 mm，スタッドの引張強度：349.12 N/mm²～620.47 N/mm²，コンクリートの圧縮強度：13.63 N/mm²～61.98 N/mm²）の比較²⁾を示す。図より、試験データは全域においてまとまった形で整理されており、平城・松井らの強度評価式(1)が妥当であることがわかる。

$$Q_u = 31.3 \cdot A_{st} \cdot \sqrt{\frac{h_{st}}{d} \cdot f_c} + 9800 \quad (1)$$

ここに、 Q_u ：押し抜きせん断耐荷力 (N)， A_{st} ：スタッド軸部の断面積 (mm²)， h_{st} ：スタッドの全長 (mm)， d ：スタッドの軸径 (mm)， f_c ：コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)である。

図-3 に表-1 の 18 ケースを対象とした解析より得られた押し抜きせん断耐荷力と平城・松井らの強度評価式(1)との比較を示す。今回の解析では横軸の比較的大きい範囲を対象としており、また、橋軸方向スタッド間隔をパラメータとして含んでいるため、両者の厳密な比較はできないが、解析値は評価式の近傍にまとまっており、解析結果が概ね妥当であることが確認された。

5. まとめ

軸径 25 mm の頭付きスタッドの押し抜きせん断耐荷力を解析で評価できる可能性があることが明らかとなった。ただし本検討で用いた付着・滑り摩擦モデルは、限られた軸径 22 mm の頭付きスタッドの押し抜きせん断試験結果をベースとして作成したものである。したがって、今後、より多くの試験結果と比較・検討を行い、修正を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 岡田 淳，依田照彦，Lebet, J.-P：グループ配列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.
- 平城弘一，松井繁之，佐藤 崇，Abubaker AL-SAKKAF，石崎茂，石原靖弘：縁端距離を考慮した頭付きスタッドの引抜きおよびせん断強度評価式，土木学会論文集，No.703 / I-59，pp. 279-291，2002.4.

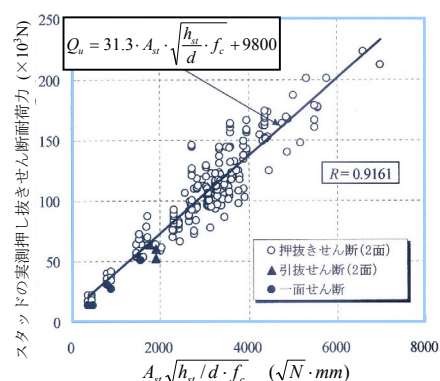


図-2 平城・松井らの強度評価式と試験データとの比較²⁾

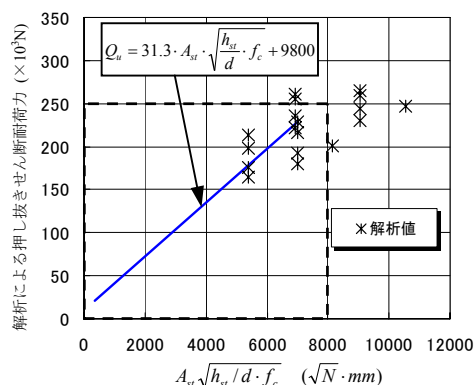


図-3 平城・松井らの強度評価式²⁾と解析結果との比較（破線は図-2の範囲）