

I - A155

プレキャストPC床版用スタッドの強度特性に関する解析的検討 一員 井川橋一

日本道路公団名古屋建設局* 正員 水口 和之

日本道路公団四日市工事事務所** 小松 秀樹

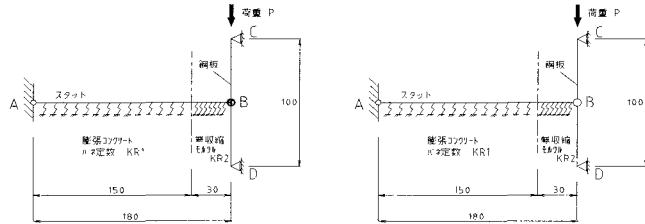
員 井川橋(鋼上部工)JV*** 正員 〇松野 進 正員 小野辺良一 正員 倉田幸宏

1. はじめに

第二東名神では、プレキャストPC床版を使用した少数主桁の合理化橋梁を建設している。現在プレキャストPC床版のずれ止めは頭付きスタッドが独占的に使用されており、道路橋示方書(以後、道示と記す)でその許容荷重式が規定されている。道示に従えば、長支間化した場合スタッドの必要本数の関係からプレキャストPC床版のスタッド孔が多くなり、事実上対応できないことになる。そこで筆者らは、50N/mm²クラスの高強度コンクリートを使用しているプレキャストPC床版への適用を前提に、道示の範囲にはないφ25mmで材質がSM570相当の高強度スタッドを提案し、スタッドの押抜き試験により静的強度特性を確認した。本研究では、これに解析的な検討を加えて試験全体の考察を行ない、設計せん断耐力を検討した。

2. 解析結果

(1)解析モデル 主要寸法を図1に示す。スタッド(φ25mm)および鋼板は梁要素でモデル化し、B点の結合条件によりモデルⅠとモデルⅡとした。モデルⅠはB点を剛結合とし、スタッドが降伏するまでの状況を想定したもので、モデルⅡはB点をピン結合としてスタッドが降伏してB点に塑性ヒンジ生じた状況を想定したものである。コンクリートブロックは分布パネ要素でスタッドと連結した。境界条件は、スタッドの頂部A点をピン支点、鋼板のC点およびD点をローラー支点とした。



モデルⅠ

モデルⅡ

図1. 解析モデル(二次元平面骨組みモデル)

(2)スタッド降伏荷重 Q1 の推定 曲げとせん断が同時作用する場合のスタッドの降伏条件として下式が成立する。

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_Y}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_Y}\right)^2 = 1$$

ここで σ : 引張応力度、 σ_Y : スタッドの降伏点

τ : せん断応力度 τ_Y : スタッドの降伏せん断応力度

上式の左辺を影響因子Aとし、解析から得られた断面力より荷重Pと影響因子Aの関係は図2となる。これより、スタッドの降伏荷重はSS400のスタッドで7.4tf、SM570相当で10.8tfとなる。

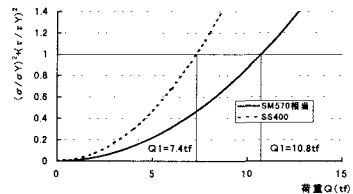


図2. スタッド基部における荷重と $(\sigma/\sigma_Y)^2 + (\tau/\tau_Y)^2$ の関係

(3)モルタルの支圧限界荷重 Q2 の推定 スタッド全面のモルタル

に発生する支圧応力度は、解析で得られた分布パネ反力をスタッド径で除して求められる。この支圧応力度と荷重の

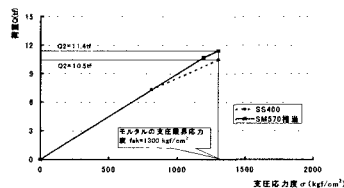


図3. 支圧応力度と荷重の関係

キーワード: ずれ止め、スタッド、プレキャストPC床版、設計せん断耐力、

* 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 4-1-1 TEL:052-262-7383 FAX:052-241-4530

** 〒510-0832 三重県四日市市伊倉 1 丁目 2-14 TEL:0593-53-9221 FAX:0593-53-8445

*** 〒510-8114 三重県三重郡川越町亀崎新田地先 TEL:0593-66-1593 FAX:0593-66-1593

関係を図3に示す。モルタルの支圧強度をモルタル全面の面積と局部載荷面積の関係からモルタルの支圧強度を $f'_{ak}=1300\text{kgf/cm}^2$ と仮定すると、支圧限界荷重は SS400 で 10.5tf、SM570 相当で 11.4tf となる。

(4) 押抜き試験結果との比較

図4に押抜き試験における荷重とスタッド応力度の関係を示す。図中には解析結果より計算した応力度を併記した。その結果、解析値と実験値はよく一致していることが確認できる。また、図中にはスタッドの降伏荷重とモルタルの支圧限界荷重のラインを併記したが、スタッドの降伏荷重のライン近傍で歪みが増加し始め、スタッドが降伏し始めていることが確認できる。支圧限界荷重についてはラインを若干超えた荷重域で歪みが反転し始めており、モルタルの支圧破壊が局部的に生じ始めていることが予測される。

3. シミュレーション

前記の解析モデルを使用し、スタッド、コンクリートの諸条件を変化させて解析を行ない、降伏せん断耐力に関するシミュレーションを行なった。シミュレーションに使用したスタッドの径は、ずれ止めに使用する可能性が有るものとして $\phi 16, 19, 22, 25\text{mm}$ とし、コンクリート強度としては、 $f'_{ck}=30, 40, 50, 60\text{ N/mm}^2$ の4種類とした。

図5に、スタッドの断面積と降伏点の $1/3$ 乗の積 $A \cdot f_{sy}^{1/3}$ とモルタル支圧限界荷重の関係を示す。降伏せん断耐力 Q_y は、スタッドの断面積に比例し、降伏点の $1/3$ 乗に比例する。

4. 設計せん断耐力式の提案

試験結果および解析的検討結果より、図6に示すように降伏せん断耐力を $A \cdot f_{sy}^{1/3}$ で整理することができる。これより、 500kgf/cm^2 クラスのコンクリートを使用するプレキャストPC床版に適用可能なスタッドの設計せん断耐力を設定した。なお、設定にあたっては、日本の橋梁も蓄い将来限界状態設計法に移行することが予想されるものの依然許容応力度法を基本に設計されていることから、降伏せん断耐力を基本に定めることとし、実験下限値の60%を設計せん断耐力式として設定した。

$$\text{設計せん断耐力: } Q_d = 85A \cdot f_{sy}^{1/3} + 900$$

なお、この設計せん断耐力式の適用範囲を以下に示す。

- ① プレキャスト床版を使用してスタッドを設計する場合。
- ② 充填モルタルの厚さは、30～40mm 程度とする。
- ③ 床版および間詰めコンクリートの設計基準強度は 40N/mm^2 以上とする。
- ④ スタッドの材質は、SM570 相当品とする。
- ⑤ スタッドの径は、 $\phi 19 \sim 25\text{mm}$ の範囲とする。

5. 今後の課題

スタッドに関する一連の押抜き試験および解析的検討からプレキャストPC床版に適用可能な設計せん断耐力式を明らかにした。今後、場所打ち床版他を対象にした追加試験、検討を行ない、適用範囲を拡大していく予定である。

[参考文献] 1) 小野辺良一他: プレキャストPC床版用スタッドの静的強度特性に関する実験的検討一員井川橋一

(土木学会第54回年次学術講演会概要集、1999年9月)

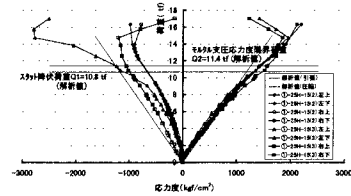


図4. スタッド基部における応力度と荷重の関係(SM570 相当)

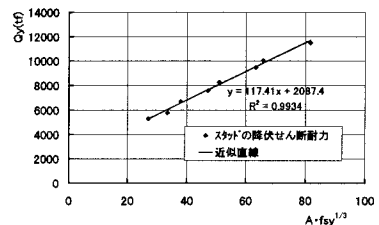


図5. $A \cdot f_{sy}^{1/3}$ と支圧限界荷重の関係 ($f'_{ck}=50\text{ N/mm}^2$)

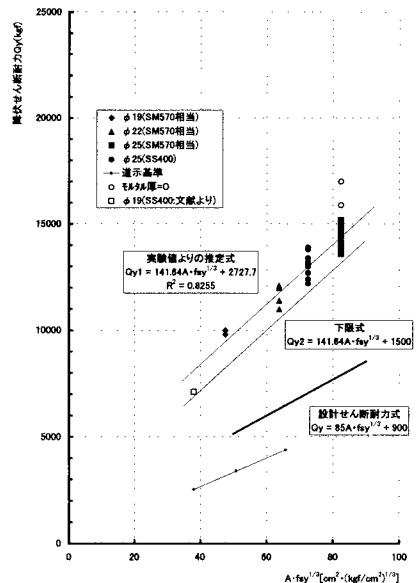


図6. $A \cdot f_{sy}^{1/3}$ と降伏せん断耐力の関係