

熊本大学工学部 正員 平城 弘一
大改大学工学部 正員 前田 幸雄
大改大学工学部 正員 松井 繁之

1. まえがき

鋼部材とコンクリートの一体化には、主としてスタッドシベルが広範囲に用いられている。鋼とコンクリートの各種合成構造に用いられるスタッドの適用例を図1に示す。これら構造物におけるコンクリートの打ち込み方向は、図2に示すような4種類に大別することができる。しかし、スタッドの既往の研究はすべて合成桁を対象としていたため、上記の各種合成構造でのスタッドの静的強度、すべ性状、疲労を評価する際、これらの既往のデータを直接適用するには、コンクリートの打ち込み方向の違いから問題点があると考えられる。^{1)~2)}

本文は、筆者が過去に行った押抜試験の結果を総括して、スタッドの静的ならびに疲労強度に対するコンクリートの打ち込み方向の影響を明らかにし、設計のための押抜強度式を提案するものである。

2. 押抜試験結果ならびに考察

図2に示す代表的な4種の打ち込み方向の押抜試験体で実験した。供試体けさらに使用したスタッドの高さとコンクリートの強度で表1に示す5シリーズに分けられる。

2.1 静的試験結果

代表的なスタッド一本当りの荷重と相対・残留すべりの関係を図3に示す。これら

より明らかのように、
③タイプの相対・残留すべりは、スタッドの圧面に对するコンクリートのブリーシングの影響のため、載荷の初期からかなり大きく現われることが確認された。スタッド一本当りの破壊荷重とスタッドの高さおよびコンクリート強度の関係を図

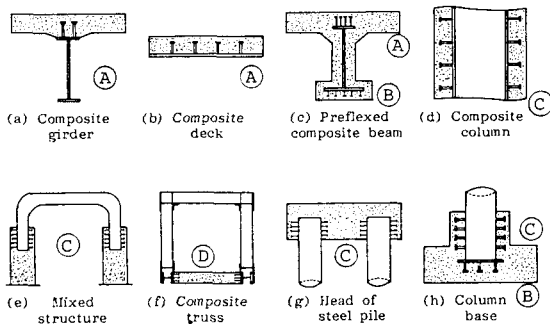


図1. 鋼とコンクリートの各種合成構造におけるスタッドシベルの適用例

Type	Placing direction of concrete
(A)	Separate casting
(B)	
(C)	Simultaneous casting
(D)	

図2. コンクリートの打ち込み方向

表1. スタッドの寸法とコンクリートの性質

		Series				
		1	2	3	4	5
Stud	Height H (mm)	40	70	100	100	100
	Diameter D (mm)	19	19	19	19	19
	H/D	2.11	3.68	5.26	5.26	5.26
Concrete	Ave. slump (cm)	16	18	17	15	12
	Ave. strength (kgf/cm ²)	342	322	313	377	460

4に示す。同図には AASHTO (1977), BS1 (Part 5, 1979), DIN (1980) で規定された設計値, (2a), (2g), (2d), も示してあった。なかでも AASHTO の設計値が測定値にもっとも近かった。

2.2 疲労試験結果

シリーズ1~3における

る S-N 線図を図5に示す。これらより明らかのように、③タイプの疲労強度は、全タイプの中でもっとも低い。③タイプの疲労強度が低い理由として、本表分コンクリートの充てん（とくにスタッド根元部）が考えられる。実際、試験後にコンクリートとH形鋼を分離したところ、H形鋼との

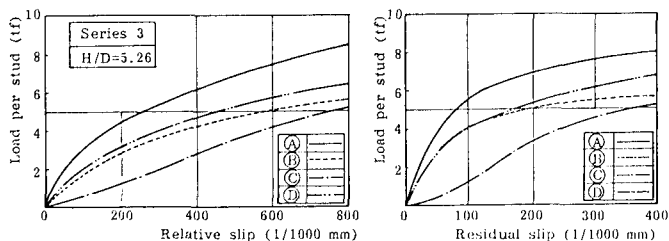


図3. スタッド一本当りの荷重と相対・残留すべりの関係

接触面で多くの豆板が観察された。このことより上記考定の妥当性を与えていると思われる。

3. 設計のためのスタットの強度式 40体の静的押荷試験と100体の押荷疲労試験の結果より、静的方において疲労強度式を提案する ($H/d = 3.0 \sim 5.5$)。

3.1 静的強度 限界状態設計法におけるスタットの終局耐力 (Q_u) (図4に併記)

$$Q_u = 40 d H \sqrt{\sigma_{ck}} \quad (\text{全タイプ}) \quad (1)$$

スタットのおね量を基にした使用限界状態の設計耐力 (Q_s)

$$Q_s = 0.5 Q_u \quad (\text{A, B, D タイプ}) \quad (2)$$

$$Q_s = 0.35 Q_u \quad (\text{C タイプ}) \quad (3)$$

ここで, d , H = スタットの直径と高さ (cm)

σ_{ck} = コンクリートの設計基準強度 (kgf/cm^2)

3.2 スタットのおね性状

スタットの初期段階における荷重とおねの関係を示す簡略式を提示する。この式は杭の問題でも用いられている Chang の式を適用した。式(5)および係数 r に関する式(6), (7)を提案した。これらの結果は実験値と図6に示す適合性を与える。

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + Ky = 0 \quad (4)$$

$$K = \frac{E_c}{r(A+0.7)}, \quad A = \frac{DH}{\delta} \cdot \sigma_{ck} \quad (5)$$

ここで, EI = スタットの曲げ剛性 ($\text{kgf} \cdot \text{cm}^2$)

K = コンクリートの水平方向抵抗係数

E_c = コンクリートのヤング係数 (kgf/cm^2)

Q = スタットに働くせん断力 (kgf)

$$r = 1.5 \quad (\text{A, B, D タイプ}) \quad (6)$$

$$r = 6.0 \quad (\text{C タイプ}) \quad (7)$$

3.3 疲労強度 図7に提案された設計用 $S-N$ 線図を示す。これらの $S-N$ 線図は、破壊確率 2.3% とし求めたものである。同図に AASHTO (1977), BSI (Part 10, 1980), ECCS (1981) も併記している。結局, (A), (C), (D) タイプには式(8)の $S-N$ 関係式を, (B) タイプには式(9)を提案した。

$$\log_e N = 14.89 - 8.52 \log_e S \quad (\text{A, C, D タイプ}) \quad (8)$$

$$\log_e N = 13.96 - 8.52 \log_e S \quad (\text{B タイプ}) \quad (9)$$

4. あとがき スタットの終局耐力を除いて, ス

タットの設計耐力, おね性状, 疲労強度は, コンクリートの打ち込み方向の違いにより, それぞれ2種類の式が提案されたことにある。【参考文献】 1) 平成10年: 土木学会西支部年講, I-19, 1981.6. 2) 平成10年: 土木学会年講, I-119, 1981.10.

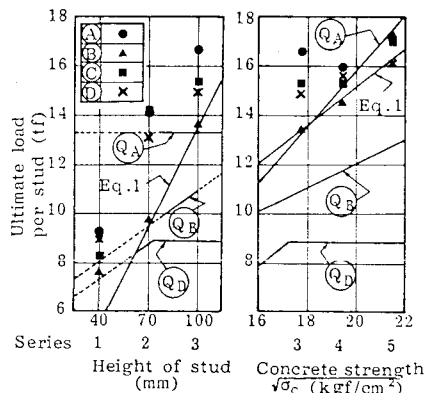


図4. 破壊荷重とスタットの高さおよびコンクリート強度との関係

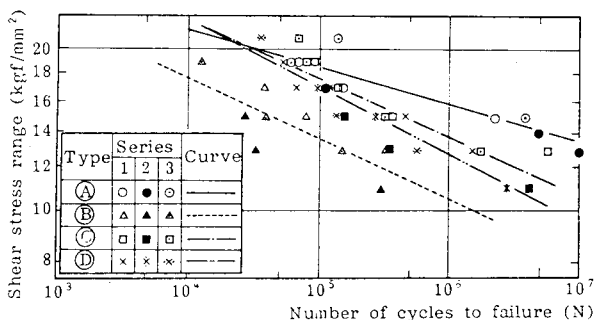


図5. シリーズ1~3における $S-N$ 線図

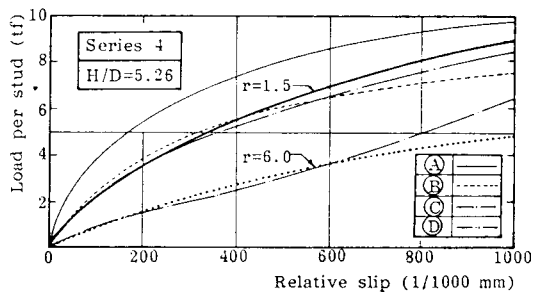


図6. 提案した荷重とおねの関係

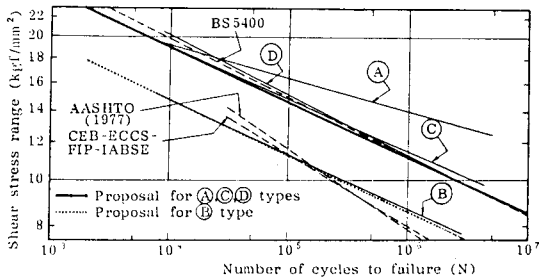


図7. 提案した $S-N$ 線図