

## I-256 1 本スタッドの押抜き疲労強度について

摂南大学工学部 正 員 平 城 弘 一      大阪大学工学部 正 員 松 井 繁 之  
大阪大学大学院 学生員 文 兌 景

1. まえがき    合成床版（ロビンソンタイプ）中のスタッドが回転せん断力を受けて疲労破壊し、その疲労強度特性を回転せん断力を与える試験装置による実験で明らかにした<sup>1)</sup>。この疲労強度特性と押抜き試験による疲労強度との相関を明らかにするため本研究を実施した。ところが、既往の押抜き試験ではH形鋼の両フランジに複数本のスタッドが溶接された供試体を用いて静的ならびに疲労試験を行うことが多い。このような場合、各スタッドに働くせん断力が均等に分配されているとは考えにくく、特に疲労では複数本のあるスタッドに疲労クラックが生じたとしても、他のそれより剛性の高い近隣のスタッドにせん断力が分担されることになる。そして、最終的な押抜き供試体の破壊は、応力の再分配を繰り返しながら起こると考えられる。つまり、複数本のスタッドを有する試験では、スタッドの静的ならびに疲労強度がスタッドの全本数で平均化されて評価されるため、独立した1本スタッドの耐力や疲労特性を必ずしも評価しているとは限らない。このことより、合成床版のスタッドの設計に必要な基礎的な資料を得るには、1本スタッドでの押抜き試験を行なう必要性が生じた。そこで、著者らはH形鋼の両フランジに1本のスタッドを有する押抜き供試体を用い、静的ならびに疲労試験を実施することにした。

2. 供試体の種類と試験方法    供試体の種類は、表-1に示すとおりである。供試体を構成する試験パラメーターは、スタッドを溶接する鋼板の板厚と押抜き試験時のスラブ拘束である。従来の試験結果と比較するため、H形鋼のフランジに直接溶接された供試体も同時に製作した（Dタイプ）。なお、A, B, Cタイプの供試体は、スタッド根元部の回転拘束を合成床版に近似させるため、H形鋼と鋼板の間に隙間を設けた（3mm）。2種類の供試体の形状寸法を図-1に示す。

静的試験は50tf万能試験機を用いて行った。載荷方法は反復増加法である。疲労試験は±10tf油圧サーボ型疲労試験機を用いて行った。荷重設定は下限荷重を0.5tfに保持し、部分

片振り圧縮の荷重制御で行った。

### 3. 静的試験結果および考察

スタッドの静的強度（耐力）を明らかにするため、疲労試験に先だって静的試験も実施した。スタッド1本当りの破壊荷重と板厚との関係を図-2に示す。この図か

表-1 供試体の種類と構成パラメーター

| Series | Type | Thickness(mm) | Clamp(tonf) |
|--------|------|---------------|-------------|
| 1      | A    | 4.5           | 0.4         |
|        | B    | 6.0           | 0.4         |
|        | C    | 9.0           | 0.4         |
|        | D    | 12.0          | 0.4         |
| 2      | A    | 4.5           | 0.0         |
|        | B    | 6.0           | 0.0         |
|        | C    | 9.0           | 0.0         |
|        | D    | 12.0          | 0.0         |

Stud:  $d_s=13\text{mm}$ ,  $h_s=80\text{mm}$ ,  $h_s/d_s=6.15$ .  
Concrete:  $f_{cu}=430\text{kgf/cm}^2$ ,  $E_c=27\times 10^4\text{kgf/cm}^2$ .

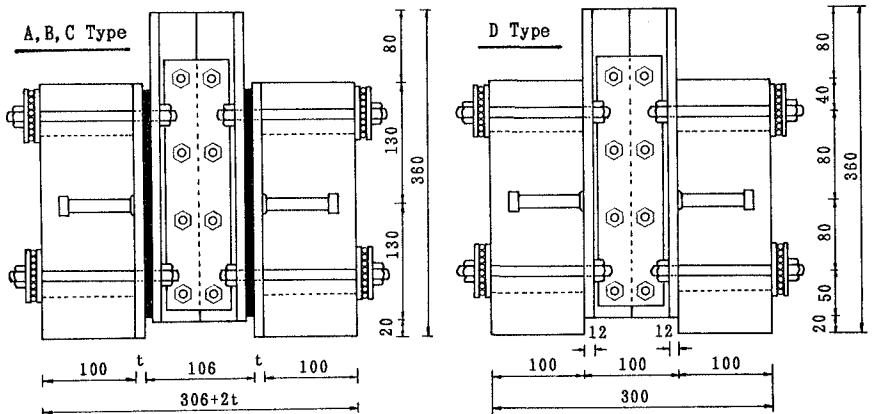


図-1 供試体の形状寸法

ら明らかなように、破壊荷重は板厚の増加に伴って直線的に増加することがわかる。さらに、スラブ拘束は破壊荷重を大きく増加することも明らかになった。なお、スラブ拘束は合成床版内に点在するスタッドの内、注目するスタッドに近接するスタッドから生じるものと想定し、ボルト1本当たり0.4tf（ボルト軸径φ16mm）とした。1スラブ当り4本のボルトを用いて拘束した。

**4. 疲労試験結果および考察** BタイプとDタイプのS-N関係を図-3および図-5に示す。これらの図より明らかなように、S-N曲線の傾きがほぼ同一であることと、さらに、200万回の時間強度で比較すると、スラブ拘束をするシリーズ1が拘束をしないシリーズ2に比べ、約20%増加していることがわかる。図-4と図-6には、著者らが提案したスタッドの疲労強度に関する新しい表現法<sup>2)</sup>（ $R/Q_u$ 関係）を用いて試験結果が整理されている。ここで、 $R$ はスタッドに作用するせん断力の範囲、 $Q_u$ はスタッドの静的強度（耐荷力）である。なお、本研究では $Q_u$ に図-2中の試験値を使用した。これらの図より明らかなように、シリーズ1とシリーズ2の試験結果ともほぼ1本の直線で表現できることがわかる。ところが、複数本スタッドの試験結果に基づいて誘導された著者らの提案式に比べ、本試験結果は低サイクル領域において低い傾向にあった（特にDタイプ）。この低下の原因は、本試験が1本スタッドという応力の再配分が生じない条件下で行われたためであろう。

1) 松井・文・福本・高田：回転せん断力を受けるスタッドの応力と疲労寿命との相関について、本概要集

2) 松井・平城・福本：土木学会 構造工学論文集、Vol.35A, pp.1233-1244, 1989.

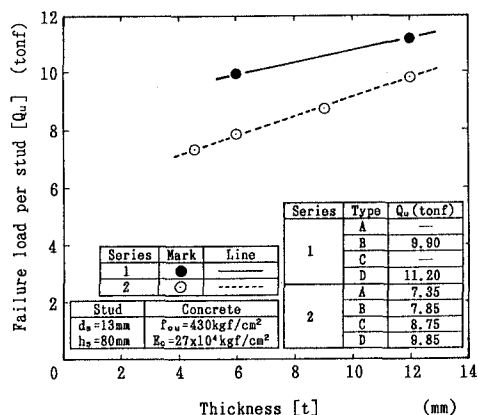


図-2 破壊荷重と板厚との関係

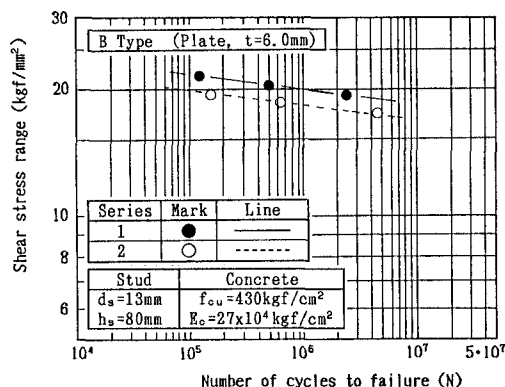


図-3 S-N relations

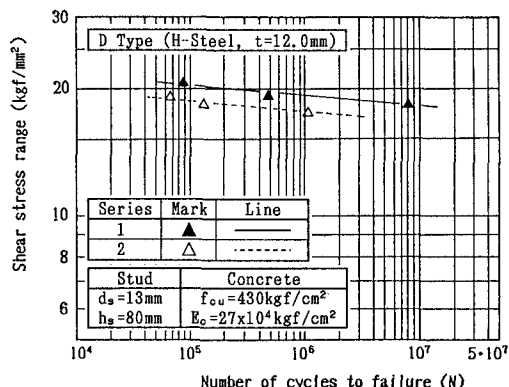


図-5 S-N relations

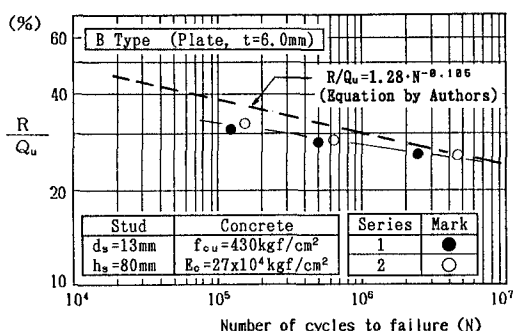


図-4  $R/Q_u$ -N relations

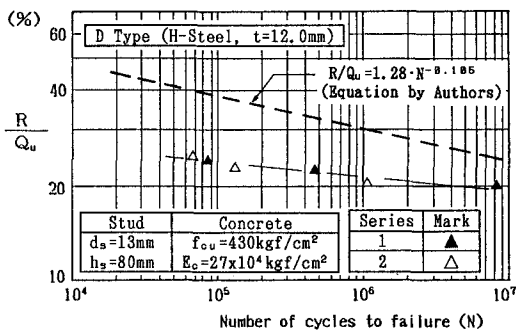


図-6  $R/Q_u$ -N relations