

日本スタッドウエルディング（株） 正員 三好栄二
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

1. まえがき 鋼とコンクリートの合成構造が再び認識されつつある現状にあるが、鋼とコンクリートとを一体化させる要のずれ止めにはスタッドが今後もほとんどといってよいほど使用されるであろう。構造の多様化に伴い、疲労荷重を受ける構造も種々現われるであろう。疲労に関する過去の研究において、鋼材に引張応力を受け、スタッドにせん断力を同時に作用させる場合、鋼材あるいはスタッドの疲労強度はせん断力のみを受ける場合に比して大幅な疲労強度の低下があることが明確になっている。また、一般的にスタッドの疲労データはバラツキが大きい。その原因の1つとして、スタッド溶接部の余盛形状が一定でなく、余盛部の鋼板側止端の仕上がりには大きなバラツキがあるためである。時には溶け込み不足による鋭い切欠きが見られ、そこに高い応力集中が発生していることが容易に理解できる。以上のことから、スタッドあるいは鋼材の疲労強度を低く見積る結果となっている。

筆者らは、疲労データのバラツキの大きい原因は溶接止端の形状にあると判断し、フェルールあるいは溶接法の改良によって小さくし、ひいては疲労強度の向上が計れるものと考えている。そこで、今回、フェルールを改良・試作し、溶接法の改善を計った。この改善を加えたスタッド、および、従来型のスタッドについて各種の疲労実験を行った。本文はこれらの結果を述べるものであり、疲労強度向上の基礎データにしたい。

2. 改良フェルールおよび溶接法の特徴 改良型および従来型のスタッド溶接法の特徴は以下の通りである。

Aタイプ（従来型）：鋼板と接触するフェルール下縁に切欠き溝を放射状に設け、溶接時のアーク熱によるガスをこの溝から噴出させる。このため、溶接止端には図-1および写真-1に示すように溝に沿ったバリが残り、応力集中、バラツキの原因となっている。

Bタイプ（改良型-1）：鋼板と接触する面の切欠き溝を閉塞し、アーク熱をフェルール上部より噴出させるようにした。この結果、溶接止端の形状は図-1および写真-2に示すように円滑になった。

Cタイプ（改良型-2）：このフェルールによる溶接止端の形状は従来型と同じになるが、ただスタッド根元部の応力集中を軽減させるために、図-1のように余盛部に傾斜をもたせたものである。

3. 疲労実験の種類と目的

今回実行した疲労実験の種類を図-2に総括した。

シリーズ 1 本試験はスタッドが溶接された鋼板の引張疲労強度が溶接法の違いによって向上するか否かを確認するためのものである。

シリーズ 2 本試験はスタッド自 写真2 改良型-1の余盛

Type	A	B	C
Sketch			
Ferrule	Usual	Improved①	Improved②

図 1 溶接止端の形状

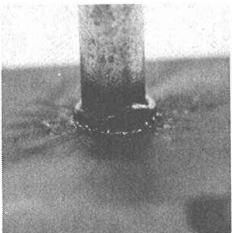


写真 1 従来型の余盛

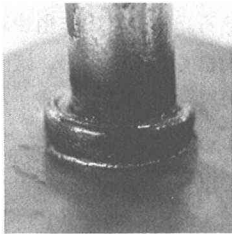


写真 2 改良型-1の余盛

Series	Type	Ferrule	Sketch
1	A	Usual	
	B	Improved①	
	C	Improved②	
	D	Non-Stud	
2	A	Usual	
	B	Improved①	
	C	Improved②	
3	A	Usual	
	B	Improved①	
	C	Improved②	
4	A	Usual	
	B	Improved①	

図 2 試験の種類

身のせん断強度が向上するか否かを確認するため実施した。

シリーズ 3, 4 : これらのシリーズでは、一般にスタッドはコンクリート中に埋め込まれており、せん断力はコンクリートを介して作用し、シリーズ-2の作用状況と異なる。このためこれらのシリーズの実験も行う必要がある。シリーズ-3は Fisher タイプの実験方法であり、若干偏心して荷重が作用する。シリーズ-4の実験方法は標準の押し抜き試験方法である。

4. 疲労強度実験結果と考察

全シリーズの S-N 曲線を図-3 に示す。

なお、疲労実験に先立ち、標準の押し抜き供試体（シリーズ-4）を用いて静的試験を行っている。結果の一例として、スタッド 1 本当たりの相対・残留ずれの関係を図-4 に示した。図で明らかのようにずれに関してはフェールの改良の効果は認められない。破壊荷重に関しても若干の向上があったが有為の差とは認められなかった。

4. 1 シリーズ-1の疲労実験結果

図からわかるように、単調引張疲労強度においてはほとんど差がなかった。溶接部の余盛形状の若干の違いはこの強度には影響の無いことは実験前からの想像の通りであった。全供試体とも溶接による熱影響とスタッドの形状による応力集中のため、母材強度からは大きく低下している。

4. 2 シリーズ-2の疲労実験結果

B タイプにおいて若干の強度の向上が認められた。この試験の場合、いずれも疲労破壊点はスタッドの根元部であり、溶接止端の形状の違いは無いと考えられる。

4. 3 シリーズ-3の疲労実験結果

図からも認められるように改良型の2種とも従来型のものから疲労強度が向上した。特に、高サイクル領域においては改良型-2でも有利性が証明された。

4. 4 シリーズ-4の疲労実験結果

本試験においては改良型-1しか実験していないが、このタイプの溶接法によって大きく疲労強度が向上することが明瞭になった。200万回強度は約20%の向上があった。シリーズ-3, 4のスタッドにせん断力が作用する実験において、改良型の疲労強度向上の効果が確認できたと考えてよいであろう。

あとがき 複合応力状態下の強度に関しては今後の研究としたい。

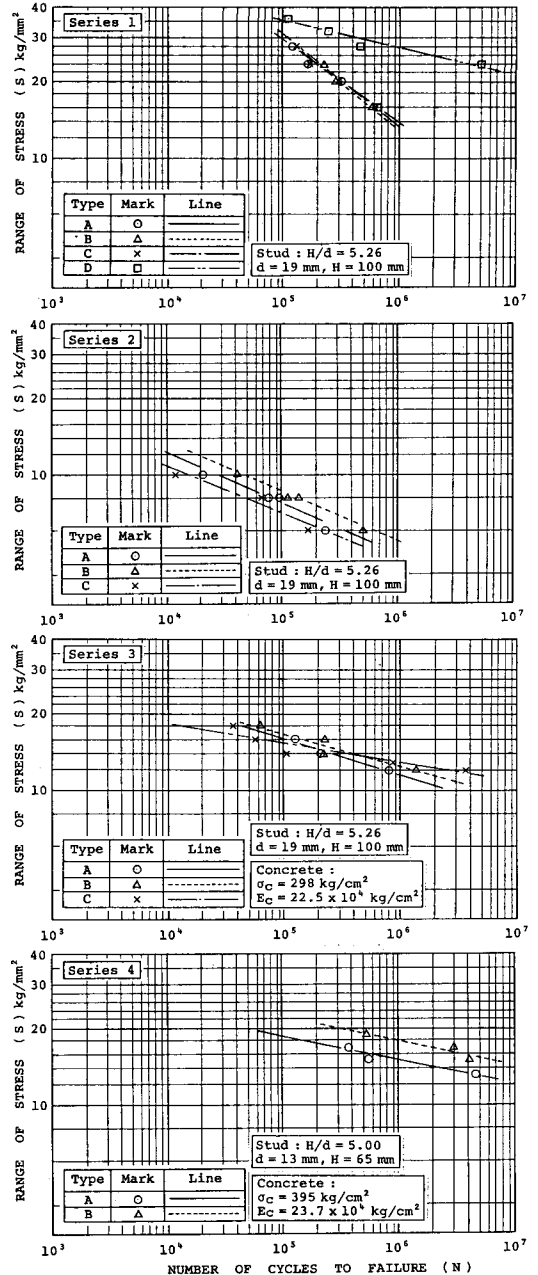


図3 各シリーズの S-N 曲線

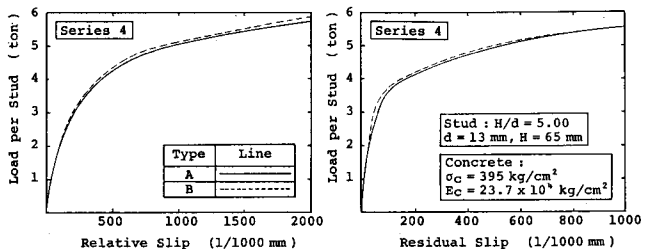


図4 荷重と相対ずれ・残留ずれの関係