

改良型フェルールを用いた高耐久性スタッドの開発

川田工業 正会員 ○吉田賢二 大阪工業大学 フェロー 松井繁之
摂南大学 清水愛紀 近畿大学 正会員 東山浩士
日本スタッドウェルディング 稲本晃士 川田工業 正会員 街道 浩

1. はじめに

鋼・コンクリート合成床版（以下、合成床版と称す）のうち、図-1 に示すロビンソン型の合成床版は、鋼板とコンクリートとを鋼板に溶接したスタッドを介して合成させ、コンクリート打設時の鋼板の死荷重たわみを低減するために鋼板を橋軸直角方向に配置した横リブで補剛するタイプである。しかし、スタッドを用いる合成床版の耐久性は、スタッドの疲労強度に支配されることが知られている¹⁾。そこで、本研究でスタッドの疲労強度を向上させる改良型フェルールの開発を行ったので、その報告をする。

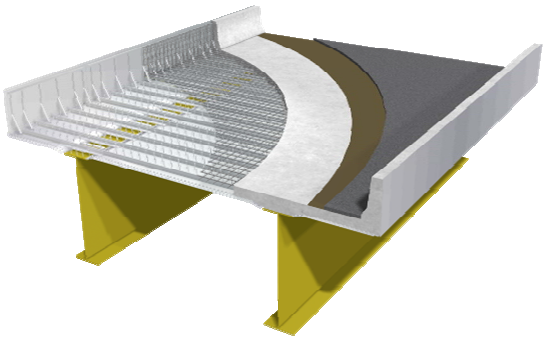


図-1 ロビンソン型合成床版の概念図

2. 従来型フェルールの課題およびフェルールの改良

写真-1, 2 に示すように、従来型フェール（以下、従来タイプと称す）は、鋼板と接触するフェール下縁に放射状の切欠き溝が設けられ、スタッド溶接時に発生する高温ガスをこの溝から噴出させる。このため、鋼板側の溶接止端の一部に母材との未融合の溶接バリ状のものが残る。また、応力集中のために疲労強度の低下および疲労データのバラツキが大きい。ここで、高温ガス噴出時の溶接バリを発生させず、スタッド軸部および鋼板側の溶接止端を滑らかにするように改善した高温ガス上抜き型（以下、上抜きタイプと称す）と高温ガス下抜き型（以下、下抜きタイプと称す）の2種類の改良型フェールを開発し、疲労強度向上の検証を行うこととした。



写真-1 各タイプのフェール形状

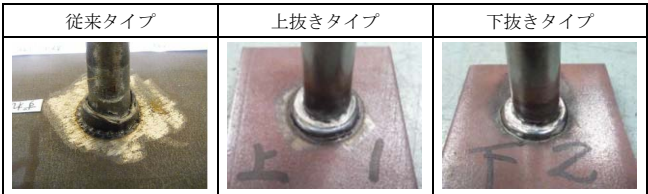


写真-2 各タイプの余盛りの外観

3. 試験体の構造諸元

試験体の形状を図-2 に示す。試験体の寸法について、底板は170mm×22mm×270mm（SS400）、スタッドはφ16×120mm（SS400）である。使用するフェールは従来タイプ、上抜きタイプ、下抜きタイプの3タイプであり、各タイプの試験体数は25体とした。

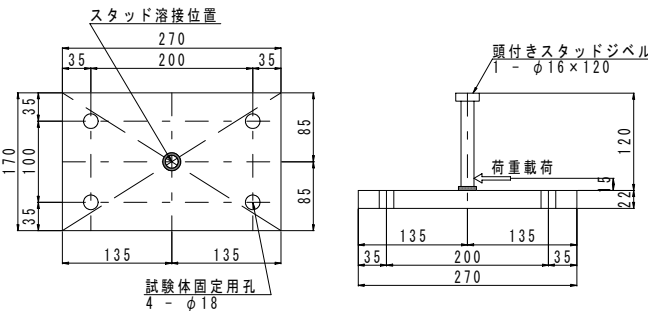


図-2 試験体構造図とせん断荷重位置

表-1 各タイプの余盛りの形状寸法

	余盛り外径	余盛り高さ	スタッド
従来タイプ	22.1	4.8	
上抜きタイプ	23.0	5.2	
下抜きタイプ	23.9	3.5	

各タイプの溶接余盛り（以下、余盛りと称す）の形状寸法を計測し、平均した値を表-1 に示す。余盛り外径が最も大きいのは下抜きタイプで、高温ガスがフェール下端側に噴出し、鋼板上に余盛りが広がったと考えられる。また、余盛り高さが最も大きいのは上抜きタイプで、

キーワード：鋼・コンクリート合成床版，スタッド，改良型フェール，せん断曲げ試験，疲労強度

高温ガスがフェルール上端側に噴出し、溶融金属が引き上げられたと考えられる。

4. 試験方法

本試験では、各タイプのスタッド自身のせん断曲げ疲労強度を求め、溶接法の違いによる影響を受けるか否かを確認するものである。写真-3に示すように、試験には200kN 油圧サーボ式疲労試験機を用いて、下限荷重 2kN を一定とした部分片振り試験で行った。

5. 試験結果と考察

スタッドのせん断曲げ試験結果を図-3 に示す。上抜きタイプが最も高い疲労強度を発揮しており、下抜きタイプは予想をはずれ、疲労強度が向上しなかった。また、従来タイプは上抜きタイプと下抜きタイプの中間的な位置からやや下抜きタイプよりの S-N 結果となった。

写真-4 に本試験で観察された代表的なスタッドの疲労破断を示す。従来タイプおよび下抜きタイプの場合では、いずれも疲労破断箇所が全試験体の 80%および 92%の割合で余盛りのスタッド側止端から発生した。一方、上抜きタイプの場合では、疲労破断箇所が全試験体の 76%の割合で鋼板側止端から発生した。この違いが図-3 に示す疲労強度と強い関係がある。

表-1 に示す余盛りの形状寸法と図-3 に示すせん断曲げ試験結果により、上抜きタイプの疲労強度が従来タイプと比較し向上した理由としては、余盛り高さが最も小さくなっているため、スタッド軸部の载荷点から余盛りの上端までの距離が小さくなり、せん断に伴う曲げ応力が小さくなったことと、スタッド軸部と溶接カラーの溶着力が向上したためと考えられる。逆に、下抜きタイプの疲労強度が低下したのは、余盛り高さが最も小さく、スタッド軸部の载荷点から余盛りの上端までの距離が大きくなったためと考えられる。

6. まとめ

本研究により、上抜きタイプのフェルールを用いたスタッド溶接では、従来タイプより疲労強度が向上することが確認できた。今後、写真-5 に示す回転せん断試験を実施し、合成床版に適用できるスタッド溶接法を確定し、疲労強度の向上を図りたい。

<参考文献>

1) 街道 浩, 松井繁之: 鋼・コンクリート合成床版の支間部および張出し部のスタッド疲労強度評価, 土木学会論文集 A, Vol.64, pp.765-777, 土木学会, 2008.

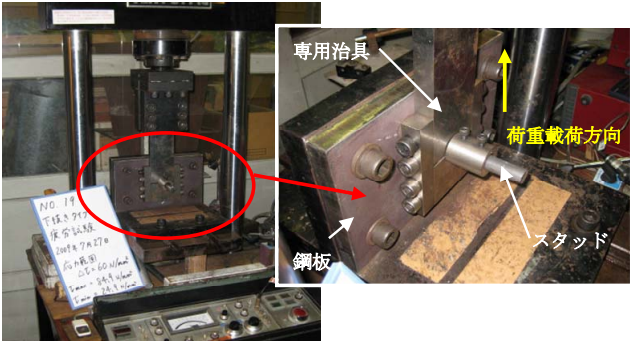


写真-3 裸スタッドのせん断曲げ試験

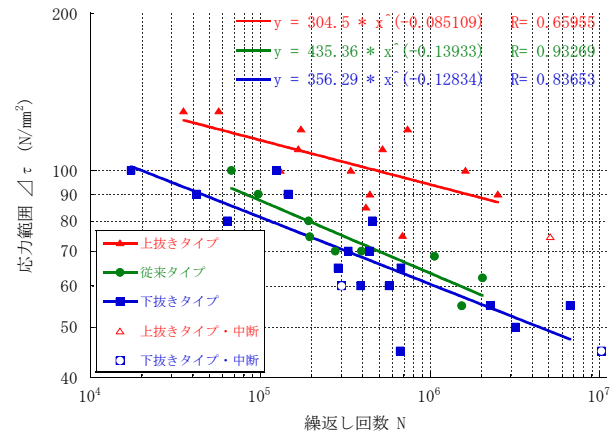


図-3 応力範囲と繰返し回数の関係

表-2 各タイプのスタッド破断箇所の割合

	従来タイプ	上抜きタイプ	下抜きタイプ
スタッド側止端	80	24	92
鋼板側止端	20	76	8

従来タイプ	上抜きタイプ	下抜きタイプ
スタッド側止端	鋼板側止端	スタッド側止端

写真-4 各タイプのスタッド破断状況

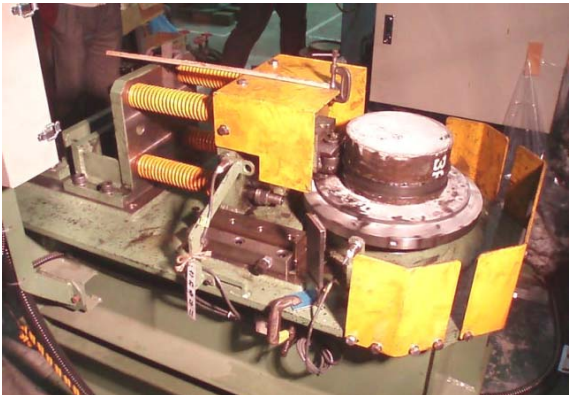


写真-5 回転せん断試験