

合成構造に用いたスタッド付き鋼板の疲労特性に関する検討

鉄道公団	正会員	保坂 鐵矢 ¹	川田工業	正会員	高田 嘉秀 ³
摂南大学	正会員	平城 弘一 ²	川田工業	正会員	宮地 真一 ³
			川田工業	正会員	梶田 智子 ³

1. まえがき スタッドジベルは全円周方向にずれ抵抗機能を有するという特徴があり、鋼・コンクリート合成構造のずれ止め形式として適当と考えられる。スタッドジベルが溶接された鋼板（以下、スタッド付き鋼板）の疲労特性については、これまでに多くの実験が行われており、それらの結果が疲労設計指針¹⁾²⁾の中に反映されている。ところが、文献¹⁾²⁾に示されたスタッド付き鋼板の疲労強度には、スタッド軸径と鋼板厚の組み合わせが考慮されておらず、コンクリート強度が疲労強度に与える影響、コンクリート中にある複数スタッドの協同作用を評価した疲労強度、合成桁挙動を踏まえた複合加力（鋼板に引張+スタッドにせん断）の場合など、更に詳細な疲労実験データの蓄積が望まれる。そこで、本研究はこれらの課題の中からスタッド付き鋼板の疲労特性やスタッド軸径と鋼板の板厚の組み合わせについて、既往の実験結果や文献資料等の内容を検討し、新たに複合加力の疲労実験を行い、スタッド付鋼板の疲労耐力を評価するものである。

2. スタッド付き鋼板の疲労特性 例えば連続合成桁の中間支点付近における負曲げ区間などで、鋼引張フランジとコンクリート床版とのずれ止めとしてスタッドを用いる場合、スタッド溶接部に疲労亀裂等の問題が生じないように配慮することが重要である。この問題に対し、梶川・前田³⁾は、スタッドに作用する繰返しせん断力が鋼板の疲労強度に及ぼす影響を明らかにするために、板厚 $t=10\text{mm}$ のスタッド付き鋼板に引張力を繰返し作用させながら、同位相で、スタッド ($d=19\text{mm}$) にせん断力も繰返し作用させる方法で、複合加力による疲労実験を実施している。そして、その実験結果をもとに、鋼板の引張応力範囲 とスタッドのせん断応力範囲 を組み合わせた相当応力によって、スタッド付き鋼板の疲労耐久性を評価する手法を提案している。一方、松井ら⁴⁾は、スタッド径が一定で鋼板厚を種々変化させた押抜きタイプの疲労実験を実施し、スタッド径と鋼板厚の関係によって疲労破壊形態（スタッドのせん断破断あるいは鋼板の亀裂）が変化することを確認している。スタッド付き鋼板の疲労特性に関わる既往の研究内容を整理して図-1 に示す。それらの内容から、合成床版に用いたスタッド付き鋼板の疲労特性について、主に下記の 1)と 2)の影響因子が考えられる。

1) 鋼板の引張応力範囲 (MPa)とスタッドのせん断応力範囲 (MPa)の組み合わせ

2) スタッド径 (mm)と鋼板厚 t (mm)の組み合わせ

3. スタッド付き鋼板の最小板厚 スタッドを溶接する鋼板の最小板厚の問題については、表-1 に示すように、いくつかの規定が参考となる。この中で、鉄道橋については(A)に示すように、箱桁では $t=13\text{mm}$ 以上、I桁では $t=15\text{mm}$ 以上とのフランジ最小板厚が規定されている。道路橋では(B)に示すようにフランジ板厚 $t=10\text{mm}$ 以上の規定がある。(D)の BS5400 PART5 では、引張フランジと圧縮フランジの個々に対し、スタッド径と最小板厚の関係を示している。なお、渡辺らが研究したスタッド付き鋼板を用いた合成床版に対する輪荷重走行試験⁵⁾によると、スタッド径 $d=16\text{mm}$ に対する鋼板厚 $t=9\text{mm}$ の組み合わせについて、実用上十分な疲労耐久性を有することが報告されている。

キーワード：スタッド付き鋼板，最小板厚，疲労，複合加力

1 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2 TEL 03-3506-1859 FAX 03-3506-1891

2 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 TEL 072-839-9127 FAX 072-838-6599

3 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL 06-6532-4897 FAX 06-6532-4890

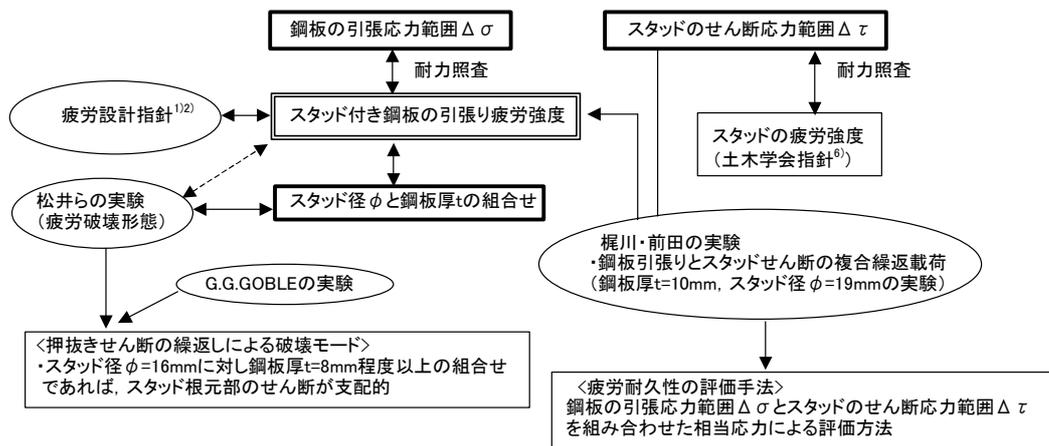


図-1 既往の研究等の整理

表-1 スタッド付き鋼板の最小板厚に関する規定文献

参照規定	フランジ最小板厚	備考
A 鉄道構造物等設計標準・同解説(運輸省監修)	箱桁橋で13mm, I桁橋で15mm	ずれ止めが必要耐力を発揮する為のフランジ剛度を確保
B 道路橋示方書・同解説(日本道路協会)	10mm以上とのみ記述	解説なし
C 各種合成構造設計指針・同解説(日本建築学会)	スタッド径の1/2.5	スタッドが梁ウェブ直上に溶接する場合については制限無し
D BS5400 PART5	引張フランジ:スタッド径の1/1.5 圧縮フランジ:スタッド径の1/2.0	解説なし

表-2 供試体の種類 (スタッド軸径と鋼板厚の組み合わせ)

スタッド軸径	鋼板厚 t		
	t=9mm	t=10mm	t=11mm
φ 16	○	○	○
φ 19		○	

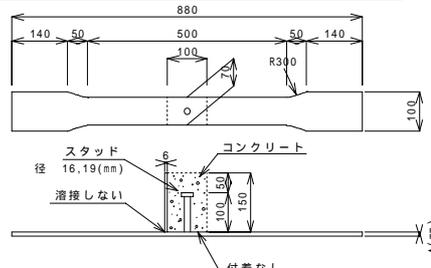
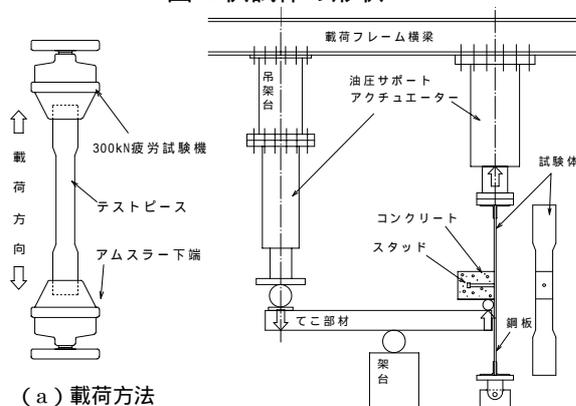


図-2 供試体の形状

4. 疲労実験の計画 以上の検討から、鋼・コンクリート合成構造にスタッド付き鋼板を適用する場合には、スタッド径 =16mm と鋼板厚 t=9mm の組み合わせで、特に疲労上の問題が無いものと考えられる。このことを具体的に実験で検証する目的で、図-2 のような供試体を用いて複合加力方式で疲労実験を行うこととした。文献 3) の実験でも採用された複合加力による荷重方式 (図-3) は、鋼板の引張応力範囲 とスタッドのせん断応力範囲 の組み合わせを任意に選択することが可能である。なお、スタッド軸径 と鋼板厚 t の組み合わせについては、表-2 のように考えている。



(a) 荷重方法 (コンクリート無し) (b) 荷重方法(コンクリート有り)

図-3 複合加力による疲労実験方法

5. あとがき スタッド付き鋼板を鋼・コンクリート合成構造に適用するにあたり、スタッド付き鋼板の疲労耐力や鋼板の板厚制限について、既往の実験や文献資料等の内容を検討した。その結果、スタッド径 =16mm と鋼板厚 t=9mm の組み合わせで、特に疲労上の問題は無いものと考えられるが、現行のマニュアルを鑑み、その疲労耐力を具体的に確認する目的で、複合加力による荷重方式で疲労実験を行うこととした。実験の内容や結果の詳細については、当日報告する。尚、前述したようにコンクリートの強度や形状、本数の組み合わせ効果などは別途継続して研究する予定である。

[参考文献] 1)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993. 2)運輸省監修：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物、1992.10 3)梶川靖治・前田幸雄：組合せ荷重下におけるスタッド溶接フランジの疲労強度の評価，土木学会論文集 第362号 / I-4 , pp.285-292 , 1985. 4)松井繁之 他：合成床版の鋼板厚と疲労強度との関係について，土木学会関西支部，I-74-1～2，1992. 5)渡辺 滉 他：鋼・コンクリート合成床版の開発と実橋への適用について，土木学会，第1回鋼橋床版シンポジウム講演論文集，1998. 6)土木学会：鋼構造物設計指針 P A R T B 合成構造物,平成9年版