

ロビンソン型合成床版のコスト縮減に向けたスタッド付き鋼板の疲労強度

川田工業 正会員 ○吉田 賢二 近畿大学 正会員 東山 浩士
 川田工業 正会員 水野 浩 川田工業 正会員 街道 浩
 大阪大学名誉教授 名誉会員 松井 繁之

1. はじめに ロビンソン型鋼・コンクリート合成床版(以下, 合成床版と称す)は, 図-1 に示すように底鋼板上面に溶接された横リブおよびスタッドジベル(以下, スタッドと称す)が配置されている。これまで溶接時の熱影響により発生する底鋼板の変形を抑えるために, 底鋼板の板厚は8mmを適用してきた。近年では, 溶接技術の向上により, 入熱量が低減され, 横リブ溶接による底鋼板の熱影響による変形が抑制可能となった。また, 合成床版のコスト縮減を実現するため, 底鋼板の板厚を合成床版としての最低板厚である6mmに低減することが効果的と考える。一方, 6mm鋼板にスタッド溶接された鋼板の疲労強度に関するデータ¹⁾は少ない。本研究では, 合成床版のコスト縮減を目的とし, スタッド溶接された6mm鋼板の引張疲労試験を実施し, 疲労強度の確認を行う。

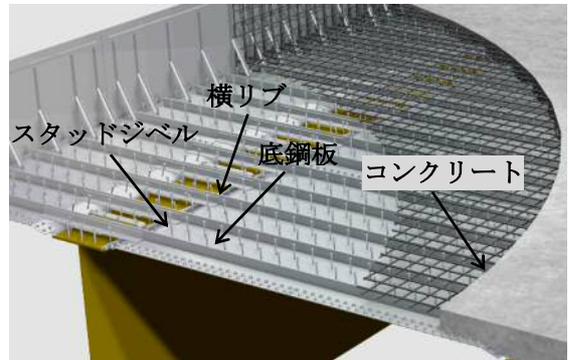


図-1 ロビンソン型合成床版の概念図

2. 試験体の形状と試験方法 試験体の形状を図-2に示す。鋼板の材質はSS400, スタッドの材質はSS400相当とした。表-1に示す板厚6mmおよび従来の8mm, スタッド径φ13およびφ16の組合せとした。応力範囲を種々変化させ, 写真-1に示す250kN油圧サーボ試験機により, 片振りによる引張疲労試験を行なった。載荷荷重は, 下限荷重を10kNとし, 上限荷重を変化させることにより, 応力振幅106.7~198.1N/mm²の範囲としている。載荷速度は5Hzとし, 10分間隔に1000Hzでひずみを計測した。なお, 図-2に示すように, ひずみゲージはスタッド中心より30mmおよび溶接部の余盛から3mmの計4箇所に配置し, 試験機上側より順にch1, ch2, ch3, ch4としている。

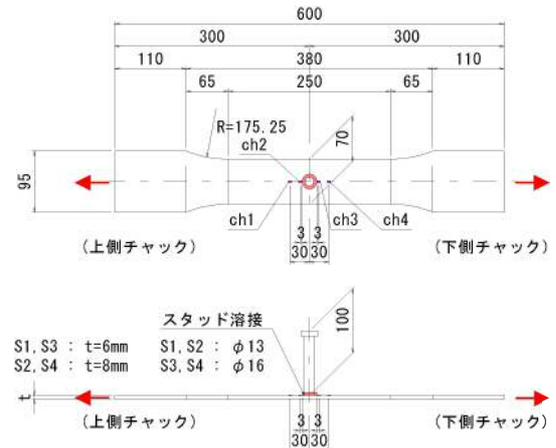


図-2 試験体図

表-1 試験体の種類および破断までの回数

試験体シリーズ	底鋼板 (mm)	スタッド径 (mm)	試験体No.	応力振幅 (N/mm ²)	破断位置	破断回数	貫通き裂発生回数	比率
S1	t=6	φ13	No.1-3	198.1	ch3	366,312	336,000	92%
			No.2-1	164.5	ch3	608,162	558,000	92%
			No.2-2	164.6	ch3	519,537	468,000	90%
			No.3-1	140.7	ch3	1,134,509	1,008,000	89%
			No.3-2	141.6	ch3	1,418,848	1,260,000	89%
S2	t=8	φ13	No.4-1	110.4	ch2	2,523,861	2,103,000	83%
			No.1-3	193.2	ch2	452,284	444,000	98%
			No.2-1	171.9	ch3	628,662	567,000	90%
			No.3-1	131.4	ch3	1,269,520	1,107,000	87%
S3	t=6	φ16	No.4-1	112.3	ch2	2,368,546	2,061,000	87%
			No.1-3	196.4	ch2	331,028	309,000	93%
			No.2-1	165.6	ch3	552,555	477,000	86%
			No.3-1	141.6	ch3	1,118,503	1,116,000	100%
S4	t=8	φ16	No.4-1	106.7	未破壊	5,000,000	-	-
			No.1-3	195.6	ch2	352,642	333,000	94%
			No.2-1	162.6	ch3	537,491	483,000	90%
			No.3-1	132.8	ch3	1,224,785	1,224,785	100%
S4	t=8	φ16	No.4-1	107.0	ch3	1,814,994	1,590,000	88%

3. 貫通き裂発生回数の推定 貫通き裂の推定は, S1シリーズの試験体 No.1-3 を例として図-3に示す。破断直前のひずみ振幅値が最も低下した時点を貫通き裂発生時と定義し,

疲労強度を推定した。これは, 破断回数が試験体幅により変化し, 評価に影響するためである。366312回の載荷回数の値が破断回数を示し, 336000回が推定された貫通き裂発生回数となっており, 破断回数の92%で

キーワード ロビンソン型合成床版, スタッド, 引張疲労強度, コスト縮減, コールドタンDEM溶接

連絡先 〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19 川田工業 TEL 06-6532-4897

ある。破断回数に対する貫通き裂発生回数の比率は、表-1 に示すように概ね 83~100%の範囲であった。板厚差による影響は小さい傾向であったが、スタッド径φ13よりもφ16において比率が上昇しているのは、スタッド溶接による熱影響と推定される。

4. 試験結果 各シリーズの貫通き裂発生回数について、直応力を受ける継手の疲労設計曲線²⁾にプロットした結果を図-4に示す。本試験の試験体すべてが、スタッド溶接した継手の主断面の疲労強度であるE等級を満足していた。疲労強度が最も高かったのは、C等級近傍にあった板厚8mm、スタッド径φ13のS2シリーズであり、最も疲労強度が低かったのは板厚8mm、スタッド径φ16のS4シリーズで、C等級とE等級のほぼ中間に位置していたが僅かな差であった。

応力範囲が同等の場合で比較しても、板厚およびスタッド径の違いによる貫通き裂発生回数に大きな差異は見られなかった。このことから、ロビンソン型合成床版の底鋼板に6mmの鋼板を用いることの適用の可能性が示された。破断位置については、写真-2に示すようにスタッドと底鋼板の溶接箇所の余盛近くに多く見られた。き裂発生の有無を確認するため、载荷初期から破断までの経過を赤外線サーモグラフィ装置H2640(日本アビオニクス社製)にて計測を行った。計測条件は、温度分解能力0.06°Cを用い、30秒間隔とした。図-5は、破断直前の温度分布を示している。疲労き裂発生により、スタッド周辺には塑性化によるものと考えられる特徴的な温度分布が確認できる。このことから、赤外線サーモグラフィでき裂発生を予測可能であることが示された。

5. まとめ ロビンソン型合成床版のコスト縮減を目的に、スタッド溶接された6mm鋼板の引張疲労試験を実施した。その結果、底鋼板に6mmの鋼板を用いることの適用の可能性が示された。今後、横リブ溶接された6mm鋼板の引張疲労試験も継続して実施する。

<参考文献> 1)保坂, 鈴木, 平城, 梶田, 高田, 宮地, 大石: 引張力を受けるスタッド付き鋼板の応力特性に関する検討, 土木学会第57回年次学術講演会概要集, pp.703-704, 2002.

2)日本道路協会: 鋼道路橋の疲労設計指針, 2002.

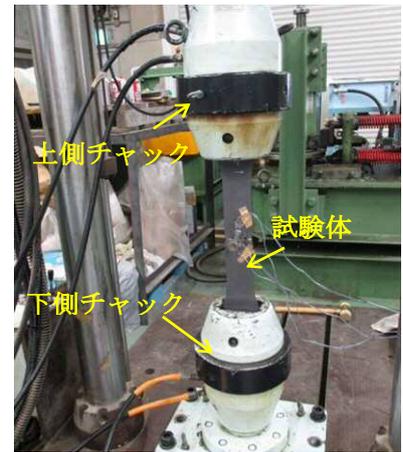


写真-1 試験状況

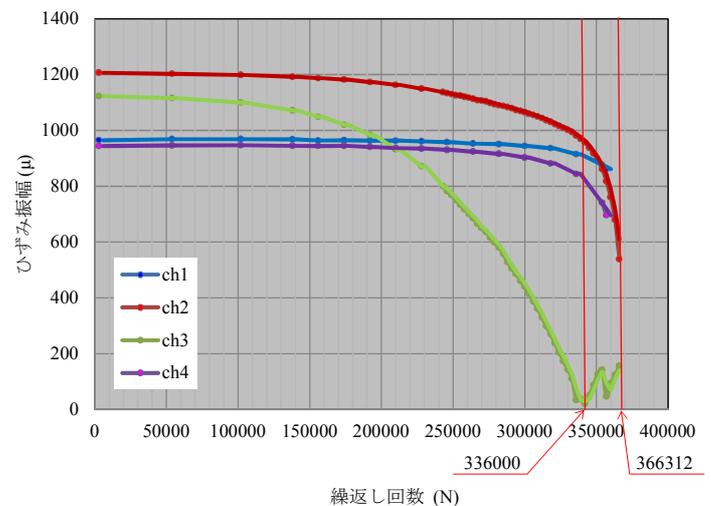


図-3 破断回数と貫通亀裂回数

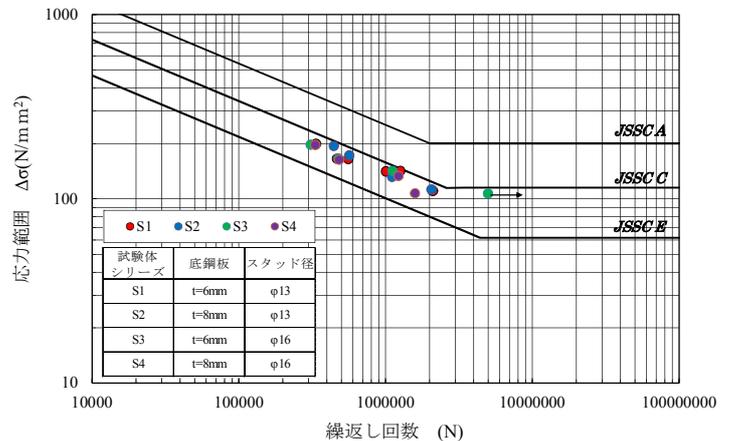


図-4 引張疲労試験結果



写真-2 試験体の破断状況

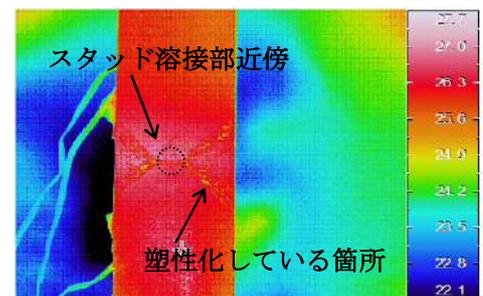


図-5 鋼板破断直前の温度画像