

走行荷重下における改良型合成床版の疲労挙動について

大阪大学工学部 正 員 松井繁之
大阪大学大学院 学生員 ○ 福田隆正

大阪大学大学院 学生員 文兌景
川田工業㈱ 正 員 高田嘉秀

1. まえがき 著者らは、RC床版に代わる道路橋床版として鋼板・コンクリート合成床版を適用するため、現在までの合成床版について様々な実験を行ってきたが、本床版のスタッドの疲労破壊寿命をさらに向上させる改善点を見いだした。本論文では、供試体に2,3の改良を加え輪荷重走行試験機による疲労実験を行った結果と、その改善点の影響を報告する。

2. 実験概要 既往の実験ではデッキプレートの型枠作用を与えるため、横リブをデッキプレートの下面に溶接していた。その結果、スタッドは橋軸方向に対し 180° の回転角度でせん断力を受けており、S-N図で比較すると押抜き試験のものより極端に早く破断した^{1), 2)}。そこでリブを上面に溶接すれば、回転せん断力の回転角度が減少し、スタッドの疲労寿命を延ばすことが可能であると考えた。供試体の概要を図-1、表-1に示す。スタッド溶接法、鋼板厚、コンクリートスラブ厚が疲労寿命に与える影響をも調べるため、各実験目的に合致した4体を用意した。スタッド溶接法の違いを図-2に示す。これはフェルールの改良により、溶接時に発生するガスを下抜きから上抜きに変え、余盛部にバリを形成しないものである。応力集中の低減と溶接性の向上が期待できる。また、鋼板厚9mmを選択した理由は、6mmでは溶接加工が困難であること、9mm程度であれば、あまり経済性を損なうことなく剛性を高め、スタッドの受けるせん断力も軽減できるためである。

3. 実験結果 実験における載荷荷重は、Type-A、Bは15ton、Type-C、Dは載荷回数100万回までは10ton、それ以降は15tonとした。当初、既往の実験結果から、疲労強度の向上を見込んで全供試体を通じ15tonとする予定であったが、設計荷重から考えて大きすぎたと判断し、3体目から10tonに下げ、100万回を越えた時点で耐久性は十分にあるとし、その後15tonに上げた。全供試体を通して、床版表面のひびわれは主にリブ上から発生し、そこから枝状に進展していった。最終破壊では中央部のコンクリートが陥没するという押抜きせん断破壊の破壊性状を呈した。ひびわれ状況を図-3に示す。また、たわみの大きさは既往のもの比べて約25%少なくなっており、リブを上側へ移動した効果は大きい。

スタッドの破断時期を推定するためスタッドの前後あるいは左右2cmにひずみゲージを貼付した。破断前は、スタッドは

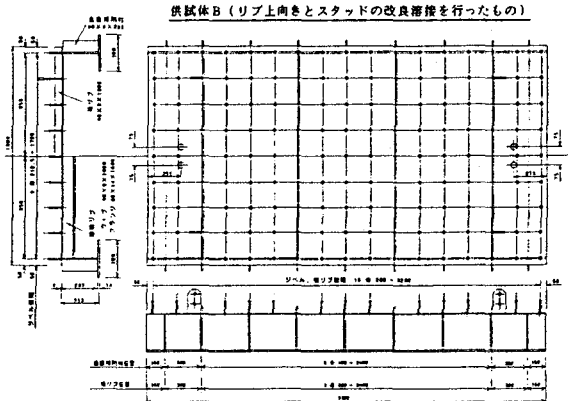


図-1 供試体の概要図

表-1 供試体の種類

Type	リブ	スタッド溶接法	鋼板厚(mm)	スラブ厚(cm)
A	上側	従来型	6	12
B	上側	改良型	6	12
C	上側	改良型	9	12
D	上側	改良型	9	15



(1) 従来法 (2) 改良法
図-2 スタッドの溶接法

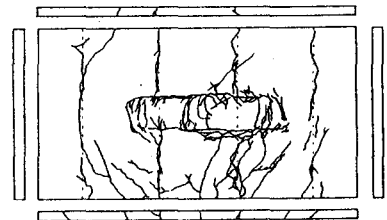


図-3 ひび割れ状況(供試体B)

Shigeyuki MATSUI, Taegyeong MOON, Takamasa FUKUDA, Yoshihide TAKADA

せん断力のため曲げを受け、鋼板は図-4のように変形し、対のひずみゲージでのひずみ差が大きいが、破断するとひずみ差が少なくなる。よってひずみ差が減少始める時が疲労亀裂発生時で、ほぼ0近くになると完全に破断したと判断できる。得られたひずみと載荷回数のグラフを図-5に示す。破断箇所は、既往の実験よりも中央付近に広く分布し、破断時期は既往の実験と比べて大幅に延びたことが分かった。

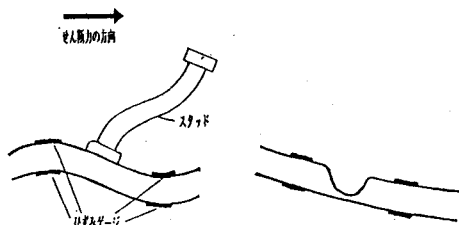


図-4 鋼板の変形

4. S-N結果

既往の実験に用いた有限要素法解析と同様にスタッドのバネ係数に $3.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}$ を用い、解析を行った。この解析結果から得られたせん断力によりS-N図を描くと図-6のようになった。既往のプロットは載荷荷重10tonで解析したものであるが、今回のものは15tonによる結果である。この図から荷重が1.5倍になっているにも関わらず、最大せん断力は、ほぼ同じ値を示し、作用せん断力は2/3になったことがわかり、リブの上側溶接の効果が非常に大きいものであることが分かった。80cm間隔のリブ間でせん断力が分散されたためである。載荷荷重を10tonとすると、最大せん断力は約3分の2になり、疲労寿命は約10倍の飛躍的な延びが期待できる。次にほぼ同じ大きさの最大せん断力を受けているという観点から、S-N図のデータ群の位置を比較すると、リブを上側に溶接したことにより、回転せん断力の回転角度が減少したと、スタッド溶接法の改良により疲労寿命が約2.5倍程度延びて、既往の実験結果よりも右側によっていることがわかる。

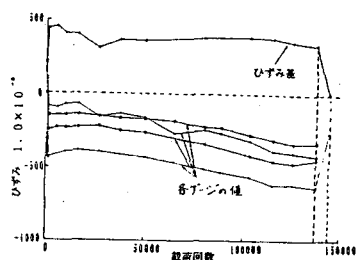


図-5 ひずみ差と載荷回数

5. スタッドの破断状況

スタッドの破断状況を図-7に示す。Type-A、BにはType-IIのように破断し、6mm厚鋼板では裏面に穴が開いた箇所があった。これは、載荷荷重が大きかったため急激な破断が起り、亀裂が鋼板裏面にまで達したものと思われる。

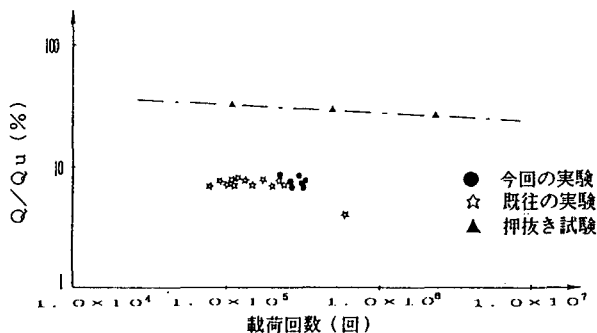
6. 結論

①既往の実験結果と比較した場合、リブを上側に溶接したことにより、スタッドに作用する回転せん断力の回転角度は小さくなり、スタッド溶接部が受けるせん断力は、約3分の2程度に減少した。②スタッド溶接法を改良したことにより疲労寿命は約2.5倍に延びた。③鋼板厚を増加したことによりたわみは減少し、せん断力の大きさも10%程度減少した。

よって、供試体の改良により、スタッドの疲労強度は向上し、合成鋼床版の疲労寿命は大幅に向上したと言える。

参考文献

1) 松井・佐々木・武藤・渡辺：合成床版の走行荷重による疲労試験（第二報）、土木学会関西支部年次学術講演概要集、I-42、昭和62年4月 2) 松井・文兌景・福本晴士：スタッド溶接部周辺応力と疲労寿命との関係についての一考察、土木学会関西支部年次学術講演概要集、I-21、平成2年6月



ここに、 Q = スタッドに作用するせん断力の範囲(kgf)
 $Q_u = 86.39 \cdot d_s^{1.5} \cdot h_s^{0.5} \cdot f_{cu}^{0.5} \text{ (kgf)}$

図-6 S-N図

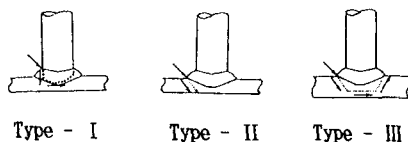


図-7 スタッドの破断状況