

鋼板・コンクリート合成床版の疲労耐久性向上に関する疲労実験

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 允景
阪神高速道路公団 正 員 吉田 聡

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、現在までこの合成床版について様々な実験を行ってきたが、本構造に関する重要課題は走行荷重によってスタッドに回転せん断力が作用し、スタッドが疲労破壊することに対して、その破壊寿命を向上させることである。今回、高速道路等への重交通路線に本床版の導入を図るため、床版厚、スタッド径、鋼板厚等を従来の研究のものより大きくした。その安全性・耐久性を検証するため輪荷重走行試験機による疲労実験を行った。本論文はこれらの改善点の影響度を報告する。

2. 実験概要 供試体の改善点を表-1に示す。

表-1 供試体の改善点

	前回 (Type-D)	Type-A	Type-B	Type-C
スタッド径	φ13	φ16	φ16	φ16
スタッドピッチ	@200mm	@250mm	@250mm	@250mm
スタッド溶接法	従来型	従来型	従来型	従来型
横リブ	上側溶接	下側溶接	下側溶接	下側溶接
デッキ厚	9mm	10mm	10mm	10mm
スラブ厚	15cm	15cm	15cm	18cm
側壁	無	無	有	無

スタッドの受けるせん断力に対する抵抗を増加するためにスタッド径をφ13からφ16に変更した。φ16のスタッドを使用するため、スタッド間隔は250mmに変更した。またこれまでの実験との比較のためと、実用上の安全性を確認するためコンクリートスラブ厚は15cmと18cmの2タイプを用意した。

リブを下側溶接にしたのは、上側溶接による橋軸方向のせん断によるコンクリートのずれの抑制とコンクリートスラブ表面のリブ上のひびわれ発生のおそれとを相殺し、メリットがあまりないという点からである。Type-Bにおける側壁とは、9×150×3260mmの鋼板をデッキプレート橋軸方向端部に溶接したものである。これは橋軸直角方向のせん断力によるコンクリートのずれの抑制を期待するというものである。以上の観点から、本実験では計3体 (Type-A、B、C) の供試体を用意し、実験を行った。

3. 実験結果 前回のφ13のスタッドを使用した実験では、載荷回数100万回までは10ton、以後15tonとしたが、今回はType-A、B、Cすべて15tonとした。これは、床版のφ16のスタッド使用による耐久性の向上を見込んで決定したものである。疲労耐久性という観点からみると、載荷荷重15tonで載荷回数200万回まで耐えたならば床版は十分安全であると考えられる。よって載荷回数200万回で実験終了とした。ただしType-Cについては実験の進行上、載荷回数140万回までの結果である。前回、実験を行った供試体と比較すると3つの供試体すべてにおいて、前回、早期に発生したリブ上のひびわれはあまり多くみられず、全体的にもひびわれは少ない。またType-Bにおいては設置した側壁の影響により、他の2体と比べても橋軸直角方向のひびわれは少ない。Type-Cにおいては顕著に現れたひびわれは中央部に発生したもののみであった。

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、スタッドはせん断力のため曲げを受け、鋼板は変形し、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。得られたひずみ差と載荷回数のグラフを図-1に示す。この図からわかるように、載荷回数200万回に至っても、そのひずみ差は0にはほど遠く、破断には至ってないと言える。すなわち破断時期は既往の実験と比べて大幅に延びたと考えられる。

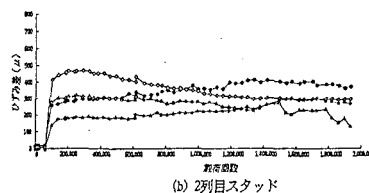


図-1 ひずみ差と載荷回数

グラフを図-1に示す。この図からわかるように、載荷回数200万回に至っても、そのひずみ差は0にはほど遠く、破断には至ってないと言える。すなわち破断時期は既往の実験と比べて大幅に延びたと考えられる。

4. スタッドの破断状況 スタッドの破断状況を図-2に示す。全供試体を通じ破断箇所は格段に減少している。またその破断箇所は中央部にのみ存在している。破断形式は、余盛部下面から発生しているものがほとんどを占めており、 $\phi 16$ のスタッドの有効性を示している。

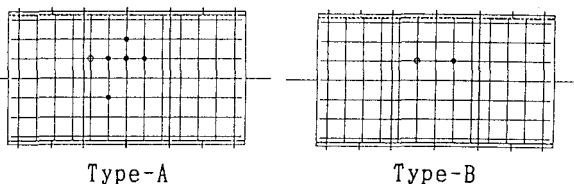


図-2 スタッドの破断状況 (● 完全破断 ○ 部分破断)

5. スタッド径の相違による影響 たわみという観点から考察することにする。残留たわみ-サイクル曲線を図-3に示す。既往の実験結果と比較すると、残留たわみが非常に小さいことがわかる。また、たわみの増加率も小さい。これは $\phi 16$ のスタッド使用のため、スタッドの受けるせん断力によるスタッドの変形が抑制され、完全合成のままであるのではないかと考えられる。また荷重とたわみの関係は、Type-Dでは載荷回数70万回付近で線形性が損なわれるのに対し、今回の供試体では実験終了までほぼ線形性を保持していた。このことからスタッド径を $\phi 13$ から $\phi 16$ に変更したことにより、床版の疲労耐久性は向上し、また通常の使用に対し、十分安全であると言える。

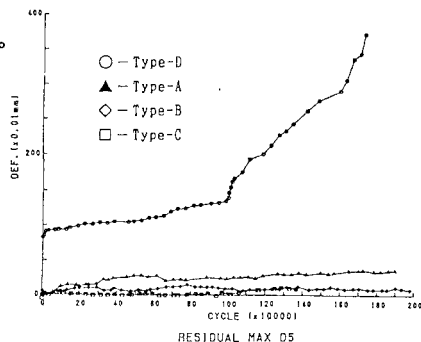
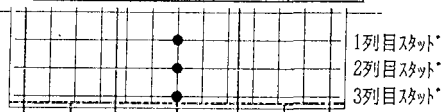


図-3 残留たわみ-サイクル曲線

6. 今回の各供試体間の相違による影響 実験結果をもとに解析を行った。解析に使用したスタッドのパネ係数は押抜き試験結果から得られた $2.29 \times 10^5 \text{ kgf/cm}$ である。各供試体の解析により算出した床版中央橋軸直角方向のスタッドが受けるせん断力を表-2に示す。スタッド列とは、橋軸方向を列とし、中央から数えた列番号としている。Type-AとType-Bを比較すると側壁の影響からせん断力がかなり減少しているのがわかる。3列目に関しては約35%程度になっており、側壁に近いスタッドほど減少率大きい。すなわち側壁が橋軸直角方向のコンクリートのずれを抑制したと言える。Type-Cにおいては、スラブ厚18cmとすることで全体的に約75%程度にせん断力が減少し、スタッドの疲労破断寿命が延びることがわかる。

表-2 スタッドの受けるせん断力

橋軸直角方向 スタッド列	スタッドの受けるせん断力 (kgf)		
	Type-A	Type-B	Type-C
1列目スタッド	516.93	425.39	378.12
2列目スタッド	664.44	444.27	493.47
3列目スタッド	638.50	220.70	481.61



3列目に関しては約35%程度になっており、側壁に近いスタッドほど減少率大きい。すなわち側壁が橋軸直角方向のコンクリートのずれを抑制したと言える。Type-Cにおいては、スラブ厚18cmとすることで全体的に約75%程度にせん断力が減少し、スタッドの疲労破断寿命が延びることがわかる。

7. 結論 ①既往の実験結果と比較した場合、スタッド径を $\phi 13$ から $\phi 16$ に変更したことにより、スタッドの持つせん断力に対する抵抗が増加し、疲労耐久性は向上した。②側壁を設けることにより、スタッドの受けるせん断力は減少し、橋軸直角方向のコンクリートのずれが抑制され、疲労耐久性が向上する。③たわみの結果からわかるように、今回の供試体の中立軸まではひびわれが入っておらず、引張側コンクリートは無視できない。すなわち、ほぼ完全合成のままである。④橋軸直角方向から見た端部では、側壁の影響の方が大きく、床版中央付近では、スラブ厚を18cmにすることによる影響の方が大きい。

よって、合成床版においてコンクリートスラブ厚18cmのとき $\phi 16$ のスタッドを使用することは、実用上、十分安全であることがわかった。

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・福本秀士：スタッド溶植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 3) 平城：頭付きスタッドの静的および疲労強度と設計法に関する研究、平成2年2月