

I-167

帯鋼板を使用した合成プレキャスト床版の疲労強度特性

(株)CRC総合研究所 正員 ○佐野秀昭
法政大学 正員 山下清明
石川島建材工業(株) 夏目岳洋

1. まえがき

近年、交通量の増加、車輛の大型化、高速化などにより橋梁床版が過酷な状況にさらされており、床版の設計・架設及びその補修工法が重要視されている。これを背景にして、床版厚の減少、軽量化、簡易な施工性を目標として、床版下面を全面的に覆う薄鋼板とコンクリートを合成したプレキャスト床版が開発されたが、鋼板部のメンテナンス、施工時の作業性などの問題が指摘されている。そこで、床版下面に帯鋼板を使用しスタッドジベルによって合成する床版が検討され、静的載荷試験において、従来の床版と遜色ないことが証明された¹⁾。本研究では、この床版の疲労試験を行うことにより、その疲労特性について検討するものである。

2. 実験概要

供試体は、図1の様に全長3m、スパン2.6m、幅1m、厚さ19cmの実橋用に近い断面を有したもので、床版下面スパン方向に幅250mm、厚さ9mmの帯鋼板2枚をスタッドジベル($\phi 22 \times 120$)によって接合させたものである。供試体は3体でC-1、C-2、C-3とする。疲労試験の荷重幅は20tf(C-3は25tf)とし、1~21tf(C-3は26tf)の繰り返し載荷とした。この荷重幅は、スタッドを溶接した継手の疲労設計 $\Delta\sigma$ -N曲線の 2×10^6 回基本許容応力範囲から表1の様にC-3の鋼板応力を800kgf/cm²とし、C-2の鋼板応力を1.5倍の1200kgf/cm²とし、C-1を2倍の1600kgf/cm²とする事により決定した。載荷は2点載荷で荷重間隔を変化させることにより、鋼板に目標の応力を発生させることにしている。C-3は実験の際に鋼板の発生応力が20tfで800kgf/cm²に満たなかったため、800kgf/cm²を僅かに越えた25tfを荷重幅とした。また、実際の使用状況を考え、スパンと直角方向に50kgf/cm²のプレストレスを与えている。計測は1、5、10、25、50、100、200万回で行う事とし、載荷を中断し、静的載荷による計測を行った。

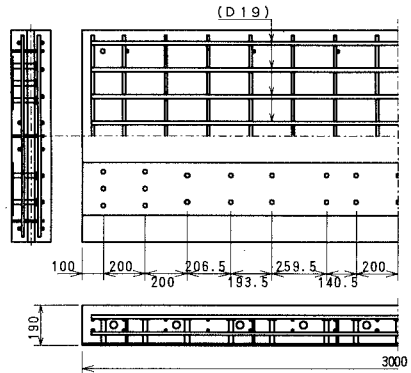


図1 供試体

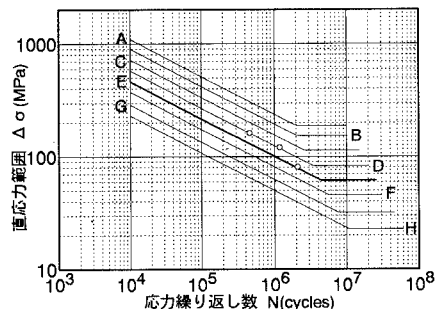
表1 供試体の種類

供試体	荷重間隔 (mm)	荷重 (tf)	鋼板応力度 (kgf/cm ²)	載荷回数 (回)
C-1	240	1~21	1600	45万回
C-2	841	1~21	1200	116万回
C-3	1427	1~26	800	207万回

3. 実験結果及び考察

各供試体が破壊したときの載荷回数を表1に示す。また、この載荷回数を図2に「鋼構造物の疲労設計指針・同説明」に示されている $\Delta\sigma$ -N曲線と共に示す。床版の破壊は、過大な変位が現れた時とし、破壊時にはどの供試体も鋼板にクラックが発生していた。検出された鋼板のクラック発生位置は鋼板に引張のみが生じる純曲げ領域ではなかったため、この評価が適用できるかはより詳細な検討が必要であるが、3体の供試体とも荷重条件の決定に用いた強度等級Eの $\Delta\sigma$ -N曲線を上回る結果となった。

各供試体の載荷回数による曲げ剛性の時系列変化を表したグラフを図3に示す。供試体の曲げ剛性を荷重-変位関係の傾きから梁理論に基づき求め、理論値は従来の合成断面の計算方法で求めた。グラフには疲労試験前の静的載荷5tfの値も示してある。その値は引張コンクリート部有効の理論値よりやや小さいが、既

図2 $\Delta\sigma$ -N曲線と実験値

に微小なクラックが発生しているためと思われる。始めの1回目の20tf(C-3は25tf)の載荷時の剛性はコンクリート部無視の理論値より若干大きめになった。これは、理論値は引張コンクリート部を総て無視としているが、クラックがその条件を満たすまで進行していないためと思われる。疲労試験中の値は、1万回の計測で既に引張コンクリート無視の理論値を下回って、その後は計測の度に剛性が低下する結果となった。これは、鋼板をスタッドにより合成しているため、載荷を繰り返す度にコンクリートの間にズレが生じる事が1つの原因と考えられる。

C-3についての鋼板の支間方向応力分布を図4、5に示す。これより静的載荷5tfの時は引張コンクリート部有効の理論値よりやや大きめとなり、静的載荷20tfの時は引張コンクリート部無視の理論値よりやや小さめとなっている。どちらも理論値と同様な台形分布となり、2つの理論値の間の値を示し良く一致していると言える。疲労試験中の値は載荷点の間では減少するが、載荷点の外では増加し、台形分布から分布形状が滑らかになり、半円を描く様な形に変化する。これは、鋼板のズレにより起こった現象であると思われる。破壊時には、クラックが発生した位置で応力が減少し、幅方向の対称位置では増加しているため、対称位置では次のクラックが発生しやすくなると言える。

C-3の実験終了時のクラック発生状況を図6に示す。疲労試験前の静的載荷時に、そのほとんどが発生し、疲労試験中は載荷が進むにつれて、それに追加される形で徐々にクラックが発生した。破壊時には鋼板でのクラック発生位置付近のコンクリート部にクラックが集中的に発生した。鋼板部のクラックは載荷点外側のスタッドの根元の支間中央側から発生した。すなわち、鋼板の引張とコンクリートと鋼板の間のせん断力の組み合わせ荷重を受けるスタッドの根元でクラックが発生した事になる。このクラックは鋼板の引張とスタッドの曲げの組み合わせで応力が大きい支間中央側に発生し、支点側でのクラックは見られなかった。

4. まとめ

本研究で行った3体の疲労試験より、新形式合成床版の疲労試験中の曲げ剛性は理論値を若干下回っているが、接合部のズレが原因と考えられ、その量は僅かであり従来の合成断面の評価が適用できると考えられる。また、破壊に際し、スタッド溶接部の鋼板側からクラックが発生している。クラックは等曲げ領域ではなく、せん断力が作用する載荷点外側位置にあるため、スタッド根元の応力集中は鋼板の引張力とスタッドの受けるせん断力に伴う曲げの両者の組み合わせにより起こる事が判明した。各供試体はスタッドを溶接した継手が引張力を受ける場合の疲労設計曲線を満たしているが、クラックの発生位置から判断されるスタッドの力学条件を考慮すると、その評価についてより詳細な検討が必要であることが分かった。

なお、本研究において、多大な御協力を頂いた法政大学卒論生の高橋雅城氏、野上卓氏に感謝の意を表します。

参考文献 (1)佐野秀明 山下清明 黒沢隆：新形式プレキャスト合成床版の強度特性 第49回土木学会講演要集 第1部(A), 1994. 9, pp. 694~695

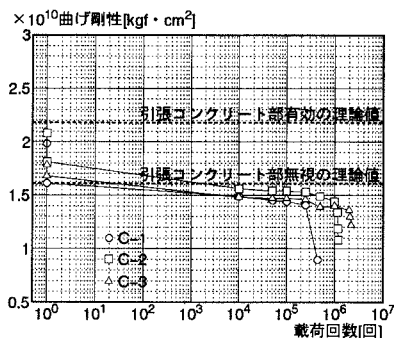


図3 曲げ剛性の時系列変化

引張応力[kgf/cm²] (静的5,20tfは25tfに換算)

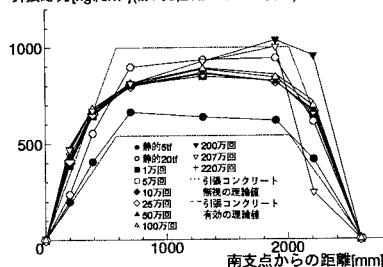


図4 C-3鋼板の応力分布(東)

引張応力[kgf/cm²] (静的5,20tfは25tfに換算)

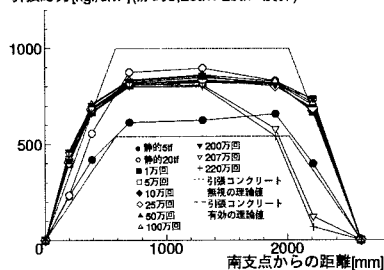


図5 C-3鋼板の応力分布(西)

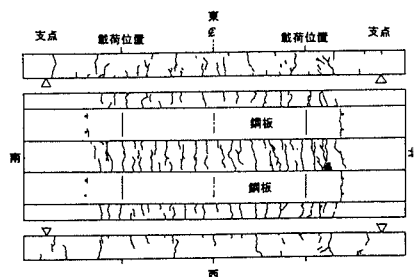


図6 C-3クラック発生状況