

I-35

床版補強に関する各種増し厚工法の耐力実験

ショーボンド建設(株) 正員 野原 栄治
 開発土木研究所 正員 金子 学
 開発土木研究所 正員 佐藤 昌志
 ショーボンド建設(株) 正員 温泉 重治

1. はじめに

平成6年2月よりB活荷重が適用され、既設橋梁床版の補強が必要となっている。これに対応する各種の増厚工法が提案されているが、その中でスチールファイバー入りの超速硬コンクリートを用いた上面増厚工法(以降SFRC増厚工法とする)と、ノンアスベストスレート板を使用した上面増厚工法(以降D-RAP工法とする)について、基礎的な定点载荷による曲げ疲労試験での耐力実験を行い、その補強効果の確認を行ったので、ここに報告する。D-RAP工法の試験結果については別途論文で報告し、今回の論文ではSFRC増厚工法について述べるものとする。

2. 実験概要

本実験は幅70cm、厚さ18cm、長さ240cmの鉄筋コンクリート床版を想定した試験体に対し、SFRC増厚工法で、50mmの増厚をフィニッシャー締め固めを想定したものと(S-1)、人力締め固めを想定したものの(S-2)2体の定点载荷による曲げ疲労試験を行った。これはフィニッシャー施工が望ましいものの、対象とする橋梁の幅員構成により、適用できない場合があるため、人力施工との比較を行うものとした。また基準試験体として無補強の試験体に対し、定点载荷による曲げ疲労試験を一体行っている。図-1に実験方法の概要図と図-2に試験体の配筋図を示す。試験時のコンクリート強度は床版部で497kgf/cm² 増厚部は686kgf/cm²であった。超速硬コンクリートの鋼繊維量は100kg/m³とした。

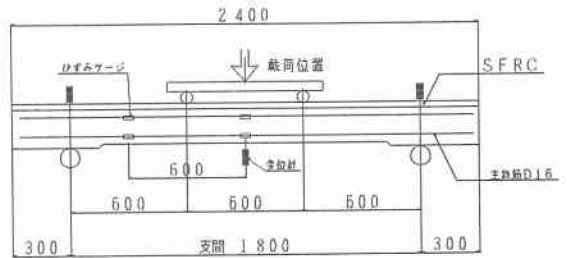


図-1 試験概要図

図-1に実験方法の概要図と図-2に試験体の配筋図を示す。試験時のコンクリート強度は床版部で497kgf/cm² 増厚部は686kgf/cm²であった。超速硬コンクリートの鋼繊維量は100kg/m³とした。

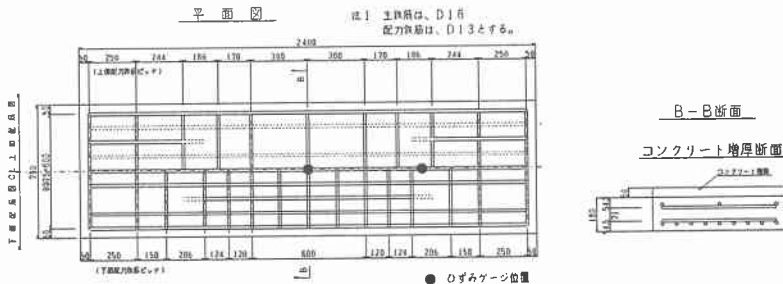


図-2 試験体配筋図

Proof test of various thickness-increasing methods for strengthening bridge decks
 by Eizi NOHARA, Manabu KANEKO, Masasi SATOH and Sigezi ONSENN

3. 試験方法

本実験ではスパンを1.8mとし0.6m間隔の2点荷重とした。疲労荷重はS-1試験体で7t~27.8tで100万回、7~42tで2万回載荷後、静的に破壊させている。疲労荷重の27.8tは疲労試験前に静的荷重を行い、その時の鉄筋降伏荷重の70%の応力度 2100 kgf/cm^2 レベルである。また42tは同様に鉄筋降伏レベルである。この荷重は鉄筋の疲労強度からほぼ破断近くまでの荷重となる。S-2試験体も同様に疲労荷重を7t~24tで100万回、5.5~38tで2万回載荷後静的に破壊させた。

4. 疲労試験前後のたわみ及び鉄筋ひずみ

疲労によるたわみ及び鉄筋ひずみの挙動について述べる。図-3、4に示すように、疲労後の弾性域のたわみは、荷重の小さい部分では疲労試験前の挙動と若干離れた結果を得ているが、これは疲労前のものはひびわれがないためであり荷重が増加するに従い近い値を示している。従って、弾性域でのたわみ挙動及び鉄筋ひずみから疲労載荷の前後での剛性低下は見られず、増厚部分は十分に合成されていると考えられる。

鉄筋ひずみについては、無補強試験体に対し補強後の鉄筋ひずみが66%に減少し、計算による断面係数比でも70%程度となることから、鉄筋の応力度も軽減できると考えられる。計算値と実測値の差は増厚部分のコンクリートが非常に高強度に達していることにより断面剛性を高くしていると思われる。

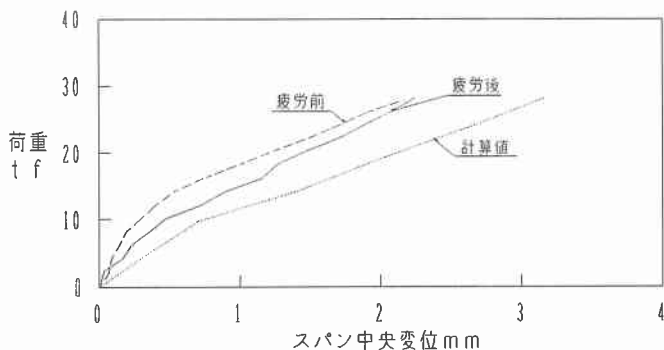


図-3 疲労試験前後のたわみ

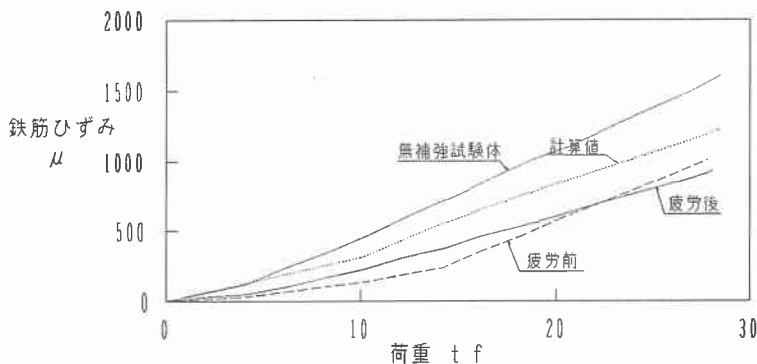


図-4 疲労試験前後の鉄筋ひずみ

5. 疲労試験後の荷重-たわみ関係について

図-5より基準試験体に比べ、弾性域のたわみはS-1試験体で40%、S-2試験体で47%程度に減少している。引っ張り無視の剛性比で計算すると50%、全断面有効の剛性比では47%の減少となり、増厚部分のコンクリートは弾性域では十分に合成されていると考えられる。また、S-1試験体とS-2試験体は破壊荷重に若干の差はあるものの弾性域のたわみ性状はほぼ同程度であり、弾性域での締め固めの差による疲労前後の曲げ性状の差は見られなかった。

破壊荷重はS-1試験体で58tf、S-2試験体で54tfとなった。破壊形態はS-1試験体で支点付近の増厚部分の剥離をともなったせん断破壊であったが、S-2試験体では増厚部分が全面にわたり剥離し、曲げ破壊した。このため変形が少なく破壊したものと思われる。この点ではS-1試験体とS-2試験体の差異が見られ、締め固めの影響と考えられる。

増厚部分のせん断付着強度に関して考察すると、鉄筋降伏時の増厚界面に作用するせん断力は計算値で15kgf/cm²程度となる。このため両者ともにこの程度の付着はあったことが考えられるが、破壊形態が異なり破壊時に全面剥離していることからS-2試験体はS-1試験体よりも付着強度の点で劣っていると考えられる。また、本実験が梁としての疲労試験であることと、移動荷重による疲労の影響、経年劣化の可能性を考慮すると、実施工での人力締め固め施工は注意が必要と考えられる。

計算値と実験値の差異については前項で述べた剛性の違いと、鉄筋降伏後の荷重増加に付いて計算で考慮していないことが考えられる。

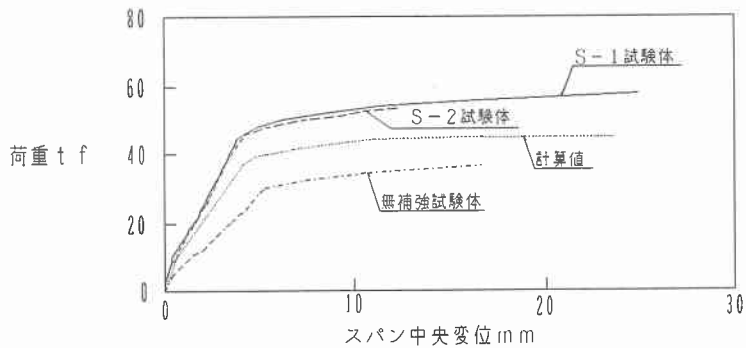


図-5 床版疲労試験後の破壊試験たわみ

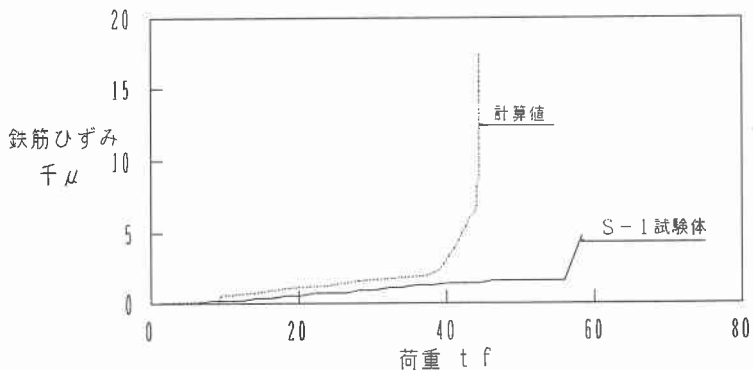


図-6 疲労試験後の破壊試験鉄筋ひずみ

6. 各試験体の破壊形態

図-7に各試験体の破壊状況を示す。

S-1の(フィニッシャー想定)試験体はせん断ひびわれの進行により載荷点より支点にかけて増厚界面が剥離し、それと同時にせん断破壊している。これに対しS-2(人力締め固め)試験体はせん断ひびわれが進行し剥離が全体に発生して曲げ破壊している。破壊状況は異なった形となったが両者ともに増厚部分が剥離し破壊に至っている。計算によるせん断破壊耐力は5.9tf程度となり、実験値はS-2試験体がやや低い値となった。鉄筋降伏後の変形性能はS-2試験体が増厚部分の剥離が先行したため、S-1試験体よりも劣っていると考えられる。

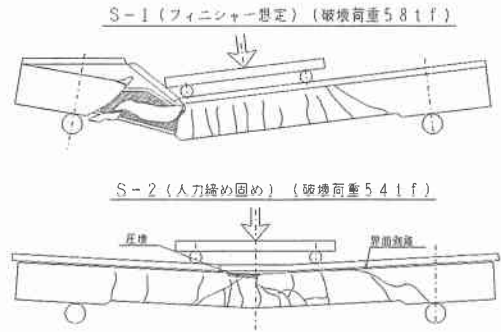


図-7 各試験体の破壊状況

7. 疲労試験後のひずみ分布

疲労試験後のひずみ分布について述べる。ひずみ分布は試験体側面にアクリル板を接着しアクリル板のひずみを計測している。S-1試験体の鉄筋降伏時のひずみ分布は下縁の値で計算値とズレがあるものの終局時点ではほぼ適当な値を得ており、ここでも終局付近まで増厚部分の合成は確保されていることが分かる。

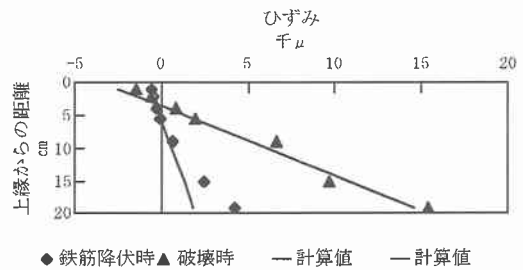


図-8 ひずみ分布図

8. 結論

1. フィニッシャー想定締め固めでは終局付近まで十分な合成効果がある。
2. 締め固めの違いによる疲労耐力の明らかな差異は認められないが、鉄筋降伏後の変形性能(増厚部の剥離形状)には差が見られる。
3. 鉄筋の降伏以降まで増厚部分は合成されているが、人力締め固めによる終局時のせん断付着強度はフィニッシャー想定のものよりも劣る。

9. 今後の課題

1. 版としての移動荷重による疲労試験での検証。
2. 今回の実験では打ち継ぎ面のせん断付着強について十分な値を得ているが、移動荷重による疲労や水分の影響、経年劣化については検討を必要とする。