

大阪大学 大学院 フェロー 松井 繁之

大阪大学 大学院 学生員 ○板野 次雅

1. はじめに 道路橋 RC 床版の陥没事故が広義の疲労現象であると認識されるようになってから床版の損傷機構の解明とそれに対する補強方法の開発に関する研究が進められてきた。現在までに確立された主な補強方法は大きく次の3つに分類される。**1. 上面増厚工法**、**2. 増桁工法**、**3. 鋼板接着工法**である。しかし、これらの工法についても完全ではなく、損傷の再発も報告されている。また、交通遮断・近年の現場技術者の不足・施工性といった問題も抱えている。如何にこれらの問題を解決し、かつ効果的な補強を行うかということは現在の大きな課題である。

2. 本発表の概要 炭素繊維シート接着工法は鋼板接着工法に似た工法で、交通遮断の必要がない。また、鋼板の代わりに炭素繊維シートを、エポキシ樹脂を用いて RC 床版下面に接着することによって断面剛性を回復させることができ、施工性の向上にもつながると考えられている。この工法の有効性に関しては昨年度までの研究により、乾燥下、滞水下どちらの場合にも確認されたといえる。今回の発表では、炭素繊維シートによる補強効果についてヤング係数と炭素繊維シートのメーカーの違いをパラメーターとした。

3. 供試体 試験には、床版厚 18cm、ハンチ高さ 5cm の RC 床版を用い、比較用の無補強供試体 1 体と炭素繊維シートによる補強供試体 9 体の計 10 体とした。補強供試体 9 体はまず、輪荷重走行試験機により 18tf、5 万回の予備載荷を行い、ひび割れを発生させた後に炭素繊維シートで補強した。炭素繊維シートは主鉄筋方向・配力鉄筋方向の順でそれぞれ一層ずつ接着し、床版と完全に一体化した。炭素繊維シートの貼

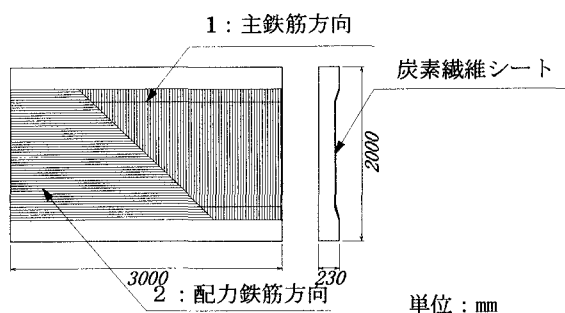


図-1 供試体概要図

付に際しては、現場での施工状況を再現するため死荷重作用下において上向きに施工を行った。この際、ひび割れに対して樹脂などの注入は行っていない。

4. 輪荷重走行試験 輪荷重は過積載車両を考慮し、18tfを基準として予備載荷および本載荷を行ったが、本載荷に関しては初期において床版の微妙な変化を捉えるために輪荷重を15tfとした。およそ10万回走行した辺りでたわみが安定してくると輪荷重を18tfに上げ、走行回数がおおよそ

100万回を越えると輪荷重をさらに21tfに上げて床版が破壊するまで試験を続けることを原則とした。床版の支持方法は、長辺方向を単純支持、短辺方向を弾性支持とした。これは、1方向単純支持、1方向自由支持とすると自由端から破壊が始まるのでこれを防ぐためである。

表-1 炭素繊維シートの物性

炭素繊維シート種類	ヤング係数(kgf/cm ²)	引張強度(kgf/cm ²)	厚さ(mm)
A-1	6690000	30300	0.143
A-2	4830000	30700	0.143
A-3	2350000	40100	0.167
B-1-1, 2	6560000	26500	0.142
B-2	5290000	28000	0.144
B-3	3850000	37640	0.165
B-4	2460000	43500	0.167
C-1	2350000	35000	0.167

キーワード：炭素繊維シート、ヤング係数、使用限界寿命

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL:06-879-7618 FAX:06-879-7621

5. 試験結果と疲労寿命の推定 A-1 補強供試体

供試体は 90 万回で荷重を 21tf に上げたが、破壊には至らず 21tf で 14.8 万回の載荷走行の後、試験を終了した。その他の供試体は全てせん断破壊を呈し、試験を終了した。この結果から見るに、疲労耐久性の向上は明らかであった。せん断破壊の直前に炭素繊維シートとの剥離が急激に進むという現象が見られたが、剥離の範囲がせん断ひび割れが予想される範囲と一致していたため、ひび割れの挙動による接着面の疲労が原因ではないと思われる。

なお、炭素繊維の破断は無かった。

次に、疲労寿命と各補強材料との相関を考察する。ただし、供試体数が少ないことと炭素繊維シートで補強された床版の S-N 曲線が無いことから未破壊の A-1 補強供試体のデータを取り込むことができない。したがって、たわみ-回数曲線にお

いて 18tf 載荷時におけるたわみの漸増部分を線形補完し、その値が引張側コンクリート無視の理論値に達するときの輪荷重走行回数を推定使用限界寿命として比較を行うことにした。

6. 考察 活荷重たわみの推移に関しては、たわみが漸増状態にある部分ではヤング係数の大きなもので補強した床版ほどたわみの値が小さく、漸増部分の傾きも緩やかであった。これより、ヤング係数の大きな炭素繊維シートほど高い補強効果を有していると思われる。また、どの供試体も活荷重たわみが 2.0mm 前後になると急激にせん断破壊に至っている。

これは、炭素繊維シートとの剥離による疲労耐久性の低下も関連していると考えられる。したがって、炭素繊維シートとの接着剤自体も補強効果を左右する大きな要因である。

疲労寿命に関しては、コンクリートと炭素繊維シートのヤング係数比でまとめると、A 社による炭素繊維シートで補強したものに関しては線形的な相関を見せた。しかし、他 2 社のものに関してはばらつきが見られた。今回の試験では炭素繊維の破断は確認されず、外見上は何ら変わりが見られなかったため、この原因として接着剤の疲労耐久性が考えられるが、まだ予想の域を出ない。

今後は接着剤に関しても視野に入れて研究を進めていくつもりである。

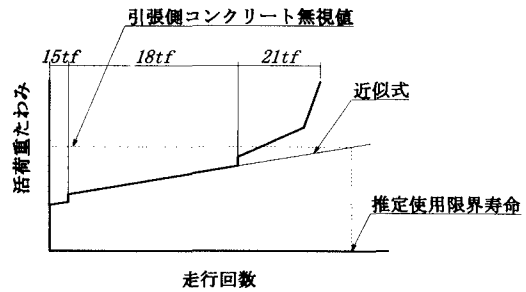


図-2 使用限界寿命推定図

表-2 輪荷重走行試験の概要

供試体	予備載荷	疲労試験
無補強	なし	15tf, 5万回+18tf, 23万回
A-1	18tf, 5万回	15tf, 10万回+18tf, 80万回+21tf, 14.8万回
A-2	18tf, 5万回	15tf, 10万回+18tf, 90万回+21tf, 23.6万回
A-3	18tf, 5万回	15tf, 12万回+18tf, 95.4万回
B-1-1	18tf, 5万回	15tf, 10万回+18tf, 90万回+21tf, 3.6万回
B-1-2	18tf, 5万回	15tf, 10万回+18tf, 80万回+21tf, 14.8万回
B-2	18tf, 5万回	15tf, 5万回+18tf, 95万回+21tf, 2.5万回
B-3	18tf, 5万回	15tf, 2万回+18tf, 98万回+21tf, 6万回
B-4	18tf, 5万回	15tf, 2万回+18tf, 98万回+21tf, 7万回
C-1	18tf, 5万回	15tf, 12万回+18tf, 95.4万回

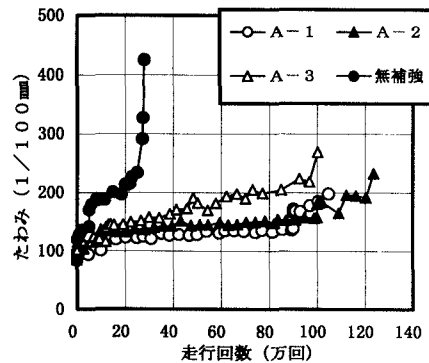


図-3 たわみ回数曲線

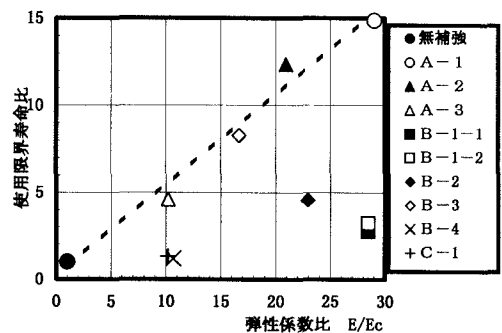


図-4 使用限界寿命推定結果