

I-A18

炭素繊維シート補強床版の設計手法に関する研究

阪神高速道路公団 保全施設部 正会員 林田 充弘
 阪神高速道路公団 保全施設部 フェロー会員 林 秀侃
 日本構造技術株式会社 及川じゅん

1. はじめに

床版補強工法に炭素繊維シート（以下CFシートと略す）を使用した場合の補強効果は、ひび割れ挙動の抑制あるいは断面剛性の向上による劣化速度の低減であることが既往の実験及び研究報告から明らかにされている。¹⁾ 補強量については橋軸・橋軸直角方向に各1層ずつの寡層補強で大きな補強効果が得られたのに対し、多層接着としても寡層接着で得られた補強効果があまり増加しないことが確認されている。これは、CFシートの補強効果が床版コンクリートの微細ひび割れの開口抑制にあるため、これらの補強メカニズムを従来の耐荷力に着目した許容応力度法で評価することは困難であると考えられた。²⁾

そこで本研究は補強床版の耐久性に着目し、実験及びFEM解析から、たわみ量を指標とする補強設計手法を検討したものである。

2. 補強設計フローチャート

たわみ量を指標とする補強設計は、(図-1)に示すように、実験等から得られたCFシート補強による床版曲げ剛性の増加率を係数 α で評価し、補強前の曲げ断面剛性に α を乗じることで補強後の曲げ断面剛性を求め、道示による設計活荷重を載荷し補強後のたわみ量を算出し、許容たわみ指標内であるかの照査を行うものである。ここに、

- M : H 8 道示により算出される、活荷重による曲げモーメント(kgf・cm/m)
 L : 床版支間長(cm)
 E : コンクリートの弾性係数(kgf/cm²)
 δ_a : 許容たわみ指標(mm)
 I : コンクリートの引張抵抗を無視した、幅100cmあたりの断面2次モーメント(kgf/cm²)

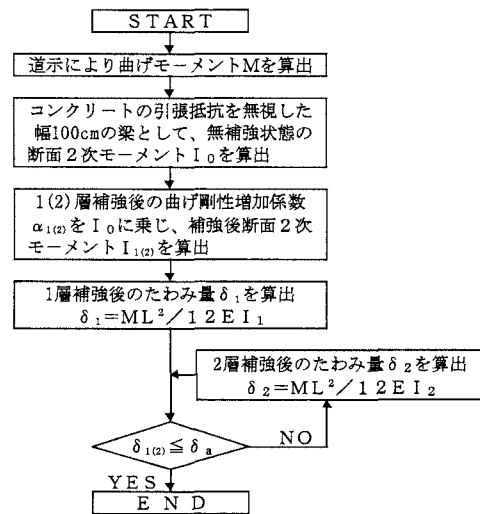


図-1 補強設計フローチャート

3. FEM解析結果及び既往実験結果

既往実験を数値解析でシミュレートするために、梁モデルで行った実験を対象にFEM解析を行った。梁モデル実験は高強度タイプのCFシートを用いたため、解析はモデルA（初期ひび割れ有り無補強）、モデルB（初期ひび割れ有り1層補強）、モデルC（初期ひび割れ無し1層補強）、モデルD（初期ひび割れ有り1層補強、高弾性シート想定）の4ケースである。

次頁に、解析結果の梁中央部におけるたわみ量を(図-2)、実験結果のそれを(図-3)に示す。実験結果と解析結果は比較的良好に一致した結果であった。これらから、CFシート補強後の床版たわみ量は

キーワード：炭素繊維シート、RC床版、補強、たわみ量

〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 (大阪センタービル内) TEL:06-6252-8121, FAX:06-6252-8433

〒550-0005 大阪市西区西本町 1-8-14 西本町 MIC ビル TEL:06-6533-6021, FAX:06-6533-6023

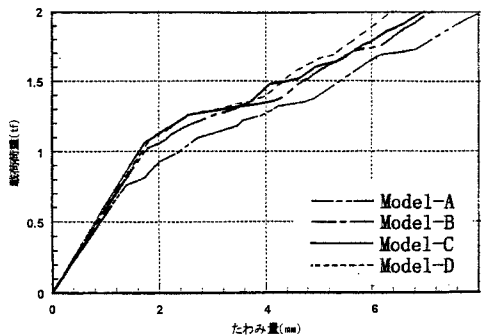


図-2 たわみ図（FEM解析）

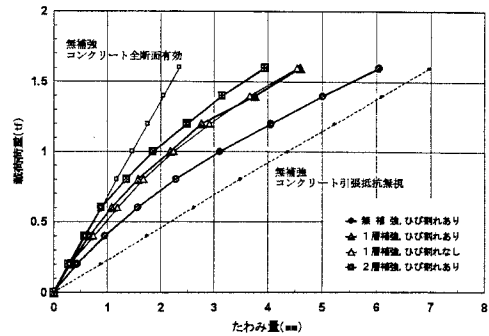


図-3 たわみ図（梁実験）

補強前のひび割れ状態に大きな影響を受けないことがわかる。また高弾性シートを使用した場合、高強度シート使用に比べ設計荷重相当時（ $P=1.6\text{tf}$ ）たわみ量が約90%に低減した。CFシート補強効果がひび割れ抑制であるということから、CFシートは高弾性タイプを使用することが望ましいといえる。

4. CFシート補強による曲げ剛性増加率 α の検討

曲げ剛性増加率 α を求める基準となる無補強時の断面剛性は、コンクリート引張抵抗を無視した幅100cmあたりの梁で算出し、たわみ量 δ は道示により算出される単位幅あたりの曲げモーメントをその梁に載荷し算出した。これは、床版の劣化度及び実たわみ量を正確に計算することが困難であり、補強後たわみ量が補強前のひび割れ状態に大きな影響を受けないことを勘案したものである。一方方向1層補強時 α_1 は、高弾性シートを用いた版実験の1層補強供試体のたわみ量 δ_1 と前述の δ との比とした。また、1方向2層補強時 α_2 は、 α_1 に梁実験で得られた1、2層補強供試体のたわみ比を乗じたものとした。

（表-1）に既往の実験結果及び

表-1 既往実験結果及び計算値

計算結果を示す。 α_1 及び α_2 の値はそれぞれ下記のとおりとなる。

$$\alpha_1 = \delta / \delta_1 = 2.11 / 1.2 = 1.65$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 \cdot (\delta_1 / \delta_2)$$

$$= 1.65 \times (4.60 / 3.95) = 1.92$$

α_1 は高弾性シートの実験結果を

	無補強時			1層補強		2層補強		δ_0 / δ_1 (δ_2)	δ_0 / δ_1 (δ_2)	δ_1 / δ_2 (δ_2)	α_1 (2) $\times 1.1$	δ_1 / δ_2	CFシートの 弾性係数 (kgf/cm ²)
	C0引張抵抗			実たわみ δ_0	実たわみ δ_1	実たわみ δ_2							
	道示 M 梁モデル	C0引張 考慮											
	版実験 δ_c												
梁モデル (阪公、大阪市大)	6.97	2.34	6.05	4.60	3.95	1.15	1.32 (1.53)	1.52 (1.76)	1.67 (1.94)	1.16	2.41 $\times 10^4$		
版モデル (阪公、大阪大)	1.95	2.11	0.67	1.60	1.28	1.32	1.25	1.65	—	—	4.34 $\times 10^4$		
版モデル ²⁾ (建設省)	4.16	1.67	3.96	2.71	2.37	1.05	1.46 (1.67)	1.54 (1.76)	1.69 (1.94)	1.14	2.38 $\times 10^4$		

基準に求めたため、（表-1）の高強度シートの曲げ剛性増加率より大きな値となっている。ただし、高弾性シートを用いた場合のたわみ量が高強度シートの約90%に低減することを考慮し、高強度シートの実験結果の α_1 に1.1を乗じると、その値はそれぞれ1.67、1.69となり上記の1.65に非常に近い値となった。また、2層補強時時の曲げ剛性増加率 α_2 も同様に各実験とも非常に近い値となり、 α_1 、 α_2 を定めることができた。

5. まとめ

CFシート接着による床版補強効果はひび割れの抑制による耐久性の向上であるという観点から、補強設計の一手法としてたわみ量を指標とした手法を検討した。高弾性シートを使用する場合、曲げ剛性増加係数 α を一方方向1層の場合1.65、一方方向2層の場合1.92に設定することで補強後のたわみ量が推定できた。許容たわみ指標については、阪神高速道路公団において試案を作成しており、設計・施工要領として制定する予定である。

〔参考文献〕

- 1) 星島、太田黒、坂井、松井：損傷した床版の炭素繊維シートによる補強効果に関する実験的研究；橋梁と基礎、1998・9
- 2) 林、林田、及川：RC床版の炭素繊維シートによる補強に関する考察；第1回鋼橋シンポジウム講演論文集、1998・11
- 3) 松尾、西川、内田：炭素繊維接着工法による既設RC床版の疲労耐久性に関する研究；第1回鋼橋シンポジウム講演論文集、1998・11