

FRP製永久型枠を用いた合成床版の耐久性

(株) 酒井鉄工所 正員 〇久保圭吾

(株) 酒井鉄工所 正員 石崎 茂

大阪大学 工学部 正員 松井繁之

1. まえがき

FRP永久型枠の実用化を図るため、現在までに、いくつかの静的載荷試験、および輪荷重走行試験機による疲労試験を行い、実橋への適用性を検証してきた¹⁾。ここでは、疲労試験の結果から本床版の、疲労損傷機構、および耐久性について検討を加えたので報告する。

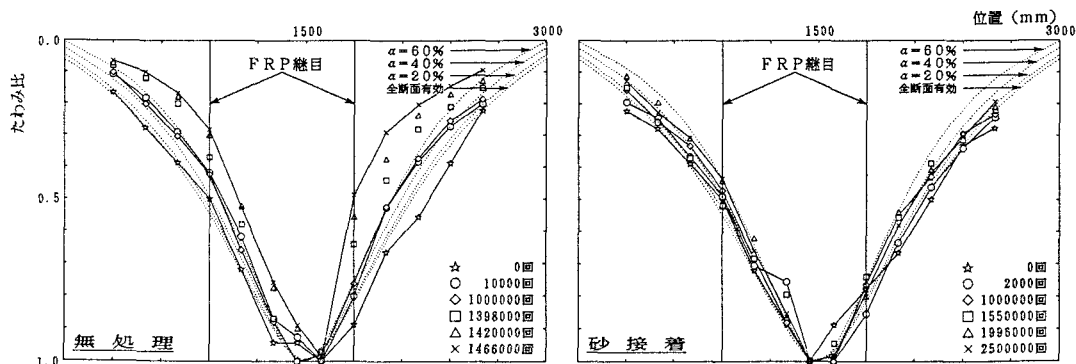
2. 疲労損傷機構

図-1は、疲労試験の各載荷ステップにおける橋軸方向のたわみを、その最大値との比で表したものであり、ひび割れ進展における、版の異方性度 α を推定するため、 α の値を変えて求めた理論曲線も併記してある。また、この図より推定した、各載荷回数毎の異方性度と、たわみの絶対量より、橋軸方向、および橋軸直角方向のひびわれ深さを推定すると、表-1のとおりとなる。これらより、両供試体とも載荷回数の増加とともに、異方性度が大きくなり(α の値は小さくなる)、それにともない、ひびわれ深さも大きくなっていることから、疲労劣化が載荷とともに進行していくことがわかる。ここで、無処理の供試体と、砂接着のものを比較すると、無処理のものの方が、異方性度、ひびわれ深さともに大きくなっており、特に配力筋断面において、ひびわれ深さの差が大きい。これは、FRPとコンクリートとの付着力の差と考えられる。ただし、主鉄筋断面ではFRPリブの、配力筋配筋用切り欠きの存在により、無処理の場合でもこの部分で合成されているため、付着の影響が小さいものと考えられる。一方、配力筋断面では、FRPのリブが配置されていないため付着力の違いが大きく影響しているものと考えられる。また、本床版の劣化機構は、載荷とともに異方性度が大きくなっており、実験終了後の切断面を観察すると、主鉄筋断面でのせん断破壊であったことから判断して、RC床版と同様に、ひび割れの進展により、主鉄筋方向にはり状化し、それが、主鉄筋断面においてせん断破壊するという劣化機構であることがわかる。

表-1 各載荷回数におけるひびわれ深さ

供試体	載荷回数	異方性度 α (%)	ひびわれ深さ (cm)	
			主鉄筋断面	配力筋断面
A-1 無処理	0	-	0	0
	100000	4.0	4.3	15.0
	1000000	4.0	4.8	15.9
B-1 砂接着	0	-	0	0
	20000	8.0	2.9	6.5
	1000000	6.0	4.3	8.0
	2500000	5.0	6.3	12.8

ただし、無処理の供試体のひびわれ深さは、FRPが全て合成されているものとして計算しているため、実際より少し大きくなっているものと考えられる。



$$\alpha = D_y / D_x$$

D_x : 主鉄筋断面の剛性
 D_y : 配力筋断面の剛性

図-1 載荷縦断面におけるたわみ比の分布

3. 耐久性

3.1 換算回数の算定

A-1, B-1 供試体では、載荷途中で荷重を変更しているため、S-N曲線に表示するため、以下に示すマイナー則を適用して換算回数を算定した。

$$N_1 = \left(\frac{S_0}{S_1} \right)^{1/k} \times N_0 \quad \text{ここに、} k : S-N \text{ 曲線の傾き } (k=0.07835)^{2)} \quad (1)$$

この式は、 S_0 という荷重が N_0 回作用したとき破壊する場合、荷重 S_1 に変えると N_1 回で破壊することを示している。上式による各供試体の換算破壊回数は、表-2のとおりとなる。また、この表には、文献2)のはりのせん断耐力(P_{sx})式による計算値、およびRC床版だけの疲労寿命との比も併記している。これより、乾燥状態での疲労寿命は、通常のRC床版に比して、無処理の供試体で約7倍、砂接着のものでは、70倍以上の耐久性を有していることがわかる。

3.2 S-N曲線

表-2の値を、既往のRC床版のS-N曲線²⁾とともに

示したものが、図-2である。ここで、B-1については、破壊していないため、矢印を付けてある。また、A-2, B-2は、100万回以降水を張り実験を行うことで、破壊したが、もし、乾燥状態で続行したならば、この破壊回数より大きく寿命が延びると考えられるため、これにも矢印を付けた。この図より、全供試体とも、RC床版のS-N曲線より上方に位置していることから、本床版は、RC床版より耐久性を有していることがわかる。A-2の供試体は、床版上面に水を張るとすぐに破壊したことを考えると、乾燥状態でも残存寿命がほとんどなかったと考えられる。これより、無処理の供試体のS-N曲線は、破線のように、ほぼ、既往のRC床版のS-N曲線と平行になっていると推定できる。このS-N曲線の水平方向への移動部分が、FRPの合成効果と考えられる。さらに、図より、砂接着すると無処理のもの以上に向上することがわかる。これは、砂接着することで、FRPとコンクリートとの付着力が強くなり、ひびわれの進展を抑制するためである。よって、FRPとコンクリートの付着を確保することの重要性が認められる。

4. 結論

- ① FRPのコンクリート接触面を砂接着した方が、無処理のものよりひびわれの進展を抑制できる。
- ② 本床版の、破壊機構は、RC床版と同様に主鉄筋方向にはり状化し、主鉄筋断面でせん断破壊する。
- ③ RC床版と、耐久性を比較すると、無処理のもので約7倍、砂接着のものでは70倍以上の耐久性を有する。

参考文献

- 1) 松井・石崎・久保：FRP永久型枠を用いた合成床版の静的強度・疲労耐久性に関する研究，構造工学論文集，Vol. 40A，1994。
- 2) 阪神高速道路公団：道路橋RC床版のひびわれ損傷と耐久性，1991。

表-2 換算回数およびRC床版との疲労寿命比

供試体名	単位	A-1	B-1	A-2	B-2
載荷荷重		100万回まで 14 t 100万回以降 18 t		15 t 100万回以降水張り	
P_{sx}	t	25.9	25.9	25.9	25.9
破壊回数 N_e	回	1112000	=2500000	*1002000	*1100000
換算荷重 W	t	18	18	15	15
換算回数 N	回	152454	=1540454	*1002000	*1100000
計算回数 N_{sc}	回	21879	21879	224199	224199
寿命比 N/N_{sc}		7.0	= 70.4	* 4.5	* 4.9

P_{sx} : 疲労寿命算定式より計算したせん断耐力
 N : マイナー則により N_e を W に換算した回数
 N_{sc} : 既往のS-N曲線からの計算値
 = : 破壊していないため、実際は、この値以上となる
 * : 100万回より床版上面に水を張ったため、乾燥状態では、この値より大きくなる

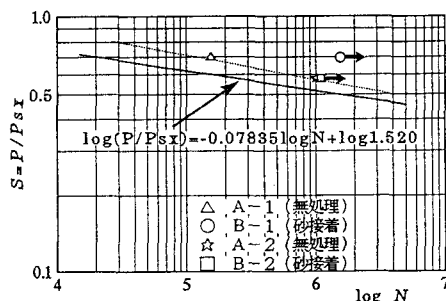


図-2 S-N曲線