

CFS 補強 RC 床版の走行振動疲労荷重に対する補強効果と耐荷力

日本大学 学生員 ○反田 泰人

日本大学 正会員 木田 哲量

日本大学 正会員 阿部 忠

日本大学 正会員 澤野 利章

1. はじめに 本研究は、伸縮継手の段差によって発生する大型自動車の荷重変動¹⁾、すなわち、走行振動荷重に対するRC床版の耐荷力に関する実験研究である。RC床版供試体に 4 万回走行の疲労実験を行い、応力を履歴させた後にRC床版底面を炭素繊維シート（CFS）で補強してから 200 万回の定点疲労実験を行い、その後に静荷重実験における残存耐荷力より CFS の補強効果を評価した。

2. 使用材料および寸法

(1) 使用材料 供試体のコンクリートには普通ポルトランドセメント、粗骨材には最大寸法 20mm の骨材を使用した。また、鉄筋は SD295A, D10 を使用した。材料特性値を表-1に示す。次に、CFS は目付量 202g/m²、厚さ 0.111mm の高強度連続カーボンシートを用い、その材料特性値を表-2に示した。

表-1 コンクリート・鉄筋の材料特性値

供試体	コンクリート圧縮強度 N/mm ²	鉄筋 (SD295A, D10)		
		降伏強度 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 kN/mm ²
RC床版	35.0	370	511	200

表-2 CFSの材料特性値

シート名	目付量 (g/m ²)	設計厚さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
高強度 CFS	202	0.111	4420(長さ)	235
			492(幅)	

(2) 供試体寸法および鉄筋の配置 RC 床版は、複鉄筋配置とし、4 辺単純支持とする。なお、RC 床版供試体は道路橋示方書同解説 I（以下、道示 I とする）²⁾に規定する RC 床版寸法の 1/2 モデルとした。供試体寸法および鉄筋の配置を図-1に示す。供試体の支間長は 120cm、供試体の張り出し部を 13.5cm とし、全長は 147cm である。鉄筋は、引張側の軸直角方向および軸方向に D10 をともに 10cm 間隔で配置し、有効高さはそれぞれ 10.5cm、9.5cm とする。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置した。

3. 実験方法 本実験は、RC 床版（供試体記号：N-S）および RC 床版の底面を CFS 補強した供試体（供試体記号：C-S）を用いて静的実験を行い、それぞれの最大耐荷力を得る。また、応力履歴 CFS 補強 RC 床版（供試体記号：F-V20, F-V30）は、RC 床版に走行振動荷重による 4 万回の走行の疲労実験を行い、応力を履歴させた後、床版底面を CFS で補強したものである。CFS の補強効果に関する実験は、基準荷重に対して ±20 % と ±30 % の荷重振幅の振動荷重による、200 万回の定点疲労実験とした。ここで、応力履歴 CFS 補強の供試体記号は、荷重振幅 ±20 % の場合は C-V20(60)、荷重振幅 ±30 % の場合は C-V30(60) とし、() 内の数値は基準荷重である。たとえば、C-V20(60) は、基準荷重 60kN に対して ±20 % の振動荷重で定点疲労実験を行ったものである。

定点疲労実験後は静的実験を行い、残存耐荷力を得て、応力履歴 CFS 補強 RC 床版の補強効果を評価する。

4. 結果および考察

(1) 疲労実験のひび割れ状況

走行振動荷重の 4 万回走行時におけるひび割れ状況を図-2に示す。走行振動荷重 ±20% のひび割れ状況は図-2に示すように、供試体 F-V20-1, 2 とともに輪荷重の走行範

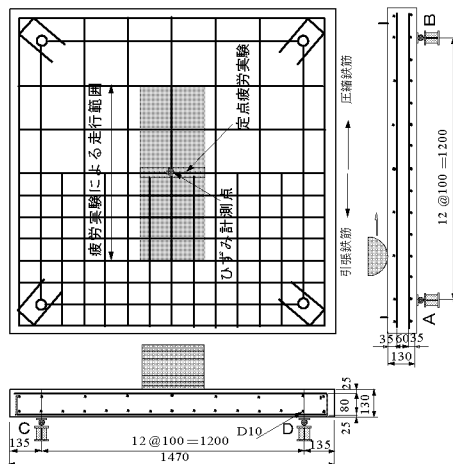


図-1 供試体寸法および鉄筋の配置

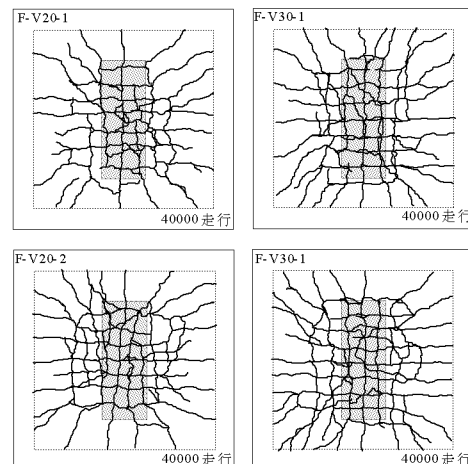


図-2 4 万回走行時のひび割れ状況

キーワード：RC 床版，CFS，走行振動疲労荷重，補強効果

連絡先：〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL. 047-474-2459

範囲に集中し、軸直角方向および軸方向に配置した鉄筋の位置で発生している。また、輪荷重の走行端部から床版の隅角方向にもひび割れが発生している。次に、走行振動荷重±30%のひび割れは、±20%の場合のひび割れと比較すると、広範囲に渡ってひび割れが発生している。このひび割れした供試体底面に CFS を軸直角方向および軸方向に1層ずつ貼り付けた。

(2) 荷重とたわみの関係 供試体中央におけるたわみと走行回数および疲労回数の関係を図-3に示す。図-3より、たわみは供試体 C-V20(60)で2.4mm、C-V20(84)で2.6mm。また、供試体 C-V30(60)で2.9mm、C-V30(77)で3.0mmである。走行振動荷重による疲労実験における4万回走行時のたわみに対して、定点の疲労実験におけるたわみはC-V20(60)、(84)で約5%、供試体 C-V30(60)、(77)で約9%低下している。したがって、CFS 補強したことによって、たわみの増加が抑制された。

(2) 実験最大耐荷力および破壊モード 無補強 RC 床版および CFS 補強 RC 床版は静荷重実験における最大耐荷力、

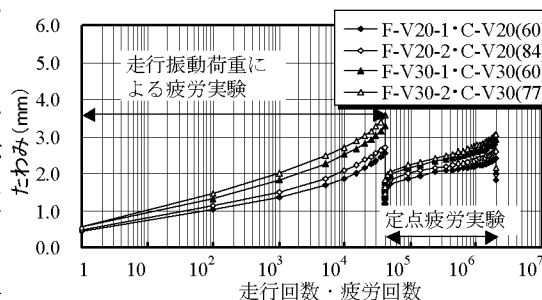


図-3 たわみと走行回数の関係

表-3 実験最大耐荷力および破壊モード

供試体	最大耐荷力 (kN)	平均最大耐荷力 (kN)	耐荷力比 N/C (kN)	最大たわみ (mm)	破壊モード
N-S1	235.3	237.8	—	13.7	押抜きせん断破壊
N-S2	240.2			12.8	押抜きせん断破壊
C-S1	315.3	318.1	1.33	6.5	押抜きせん断破壊
C-S2	320.9		1.35	6.8	押抜きせん断破壊
C-V20(60)	300.0	300.0	1.26	9.9	押抜きせん断破壊
C-V20(84)	290.3	290.3	1.22	8.6	押抜きせん断破壊
C-V30(60)	275.2	275.2	1.16	8.7	押抜きせん断破壊
C-V30(77)	259.5	259.5	1.09	8.2	押抜きせん断破壊

力、応力履歴 CFS 補強 RC 床版は CFS 補強して 200 万回の疲労実験を行った後の、静荷重実験による最大耐荷力を残存耐荷力として表-3に示した。表-3より、無補強 RC 床版の静荷重実験における最大耐荷力は、供試体 N-S-1, 2 で、それぞれ 235.3kN, 240.2kN であり、その平均値が 237.8 kN である。この平均最大耐荷力と CFS 補強 RC 床版および応力履歴 CFS 補強 RC 床版の最大耐荷力と比較して補強効果を評価する。破壊モードは全供試体とも押抜きせん断破壊である。また、未損傷 RC 床版の底面に CFS 補強した供試体 CFS-S-1, 2 の最大耐荷力の平均は 318.1kN である。無補強 RC 床版の最大耐荷力の平均は 237.8kN であることから耐荷力比は 1.34 倍となり、34 %補強効果が得られた。この場合も破壊モードは押抜きせん断破壊であり、同時に CFS ははく離した。さらに、応力履歴 CFS 補強 RC 床版は、走行振動荷重 ±20 %で4万回走行の疲労実験で応力履歴させた後 CFS 補強した供試体に 200 万回の定点疲労実験を行った残存耐荷力、すなわち最大耐荷力は、供試体 CFS-V20(60)は 300kN であり、無補強供試体の平均耐荷力に比して 1.26 倍耐荷力が向上した。また、供試体 CFS-V20(84)の押抜きせん断耐荷力は 290.3kN となり、無補強供試体(N-S) に比して 1.22 倍の耐荷力の向上が見られた。走行振動荷重 ±30 %の供試体 CFS-V30(60)の押抜きせん断耐荷力は 275.2kN となり、耐荷力が 1.16 倍向上した。また、供試体 CFS-V30(77)の場合の最大耐荷力が 259.5kN であることから 1.09 倍となり、無補強供試体の耐荷力とほぼ同等な結果となった。いずれにおいても、ひび割れ損傷を受けた RC 床版を、軸方向および軸直角方向にそれぞれ1層ずつ CFS 補強したことにより、最大耐荷力が確保できた。破壊モードは押抜きせん断破壊となり、同時に CFS ははく離した。

5. まとめ (1)CFS 補強 RC 床版の 200 万回の定点疲労実験後の残存耐荷力を無補強 RC 床版の耐荷力と比較すると、荷重振幅±20%の場合の基準荷重 60kN の供試体は 1.26 倍、基準荷重 84kN の場合は 1.22 倍耐荷力が向上した。また、荷重振幅±30%の場合の基準荷重 60kN の場合は 1.16 倍、基準荷重 77kN の場合は 1.09 倍となり、荷重振幅が大きくなるほど耐荷力向上は見られない。(2)200 万回の疲労実験における最大ひずみは、軸直角方向および軸方向ともに CFS の公称はく離ひずみの約 50%程度である。したがって、底面を2方向に1層ずつ CFS 補強することによって CFS のひずみの増加も抑制できた。また、たわみについても CFS 補強したことにより約 8%低下していることから、たわみの増加も抑制された。

謝辞：本実験に際しまして、炭素繊維シートは日鉄コンポジット(株)に提供して頂きました。ここに付記し、謝意を表します。

参考文献：1) 建設省土木研究所構造研究室：橋梁設計動荷重に関する試験調査報告書(VIII-1985)，土木研究所資料，No.2258，1985，

2) 日本道路橋会：道路橋示方書・同解説 I，II，2003