

CFCC スラブの繰返し曲げ疲労に関する実験的検討

オリエンタル白石（株） 正会員 ○石井 智大

オリエンタル白石（株） 正会員 博士（工） 渡瀬 博

東京製綱インターナショナル株式会社（株） 幸田 英司

東京製綱インターナショナル株式会社（株） 田中 徹

1. はじめに

近年、鋼橋の床版の新設・更新工事においては、工期短縮や品質並びに耐久性向上および生産性向上を図るため、プレキャスト PC 床版の採用が増加している。CFCC スラブは、腐食しない構造材料である CFCC®(炭素繊維複合材ケーブル)を緊張材として使用し、床版支間方向および橋軸方向の 2 方向にプレストレスを導入したプレキャスト PC 床版である。CFCC スラブは道路橋示方書に規定される耐久性確保の方法 3¹⁾「腐食など経年の影響が現れる可能性のない材料を使用する方法」に相当し、耐久性確保の確実性およびLCCの低減の観点から、海岸付近や凍結防止剤が散布される地域などの厳しい塩害環境下での活用が期待される。更に、繊維補強コンクリートを採用することで緊張材以外の補強材を削減し、コスト縮減を図っている。本研究では、定点曲げ疲労試験および疲労試験終了後に破壊までの静的漸増载荷を行い、CFCC スラブの曲げ特性および目地の影響について確認した。

2. 試験体概要

2.1 使用材料

コンクリートの配合を表-1に示す。No.1 および No.2(以下、両方を示す総称として“CFCC 試験体”とする)の設計基準強度は 60N/mm² とし、早強ポルトランドセメントを使用した。繊維はポリプロピレン繊維(密度:0.91g/cm³)を用い、0.5Vol%混入した。No.3 は比較として標準的なプレキャスト PC 床版を想定し、設計基準強度を 50N/mm² の配合とした。また、目地に使用したモルタルは、コンクリートと同程度の強度が得られる材料を使用した。

2.2 試験体

表-2 に試験体の諸元を示す。プレストレスはポストテンション方式で各試験体の断面に、一律 4.02N/mm² となるように緊張力を導入し、定着後グラウトを充填した。なお、No.3 は配力鉄筋を上下段に配置しており、目地を有する試験体とした。目地を有する試験体の接合面は、表面を粗面処理を行った。目地は 30mm となるように床版の接合を行った。

3. 载荷試験

3.1 試験方法および測定項目

载荷方法は 4 点曲げ载荷とし、スパンを 2300mm、等曲げ区間を 900mm とした。载荷方法および概要を図-1 に示す。定点曲げ疲労試験における载荷荷重の上限は、活荷重による曲げモーメントに相当する荷

表-1 コンクリート配合

No.	略称	目地の有無	W/C	s/a	W	C	S	G	Fiber
			%	%	単位量 kg				Vol%
No. 1	CFCC	あり	35	50	165	471	839	839	0.5
No. 2	CFCC	なし	35	50	165	471	839	839	0.5
No. 3	普通 PC	あり	38	42	153	438	660	1089	0

表-2 試験体諸元

	形状寸法 (mm)			緊張材および鉄筋の種類・配置			プレストレス (N/mm ²)
	全長	幅	厚さ	橋軸方向緊張材	橋軸方向鉄筋	軸直角方向鉄筋	
No. 1	2700	840	220	CFCCΦ17.2×4本@210mm	—	—	4.02
No. 2					—	—	
No. 3				SWPRΦ17.8×4本@210mm	D13×7@210mm×2段	D13×4@210mm×2段	

キーワード CFCC スラブ、曲げ疲労試験、繊維補強コンクリート

連絡先 〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 5 オリエンタル白石株式会社 T E L 0285-83-7921

〒103-8306 東京都中央区日本橋 3-6-2 東京製綱インターナショナル株式会社 T E L 03-6366-7731

重として 55.9kN、下限は試験機が安定して繰返し載荷が可能な範囲で 20kN、載荷速度は 3~5Hz、繰返し載荷回数は 200 万回とした。定点曲げ疲労試験途中での静的載荷試験は、所定の載荷回数(1, 2, 3, 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 2×10^6 回)において実施した。また、定点曲げ疲労試験後に破壊までの単調載荷を実施し、静的曲げ試験を行った。

3. 2 試験結果

支間中央での荷重と変位の関係を図-2 および図-3 に示す。図中の破線は、上・下限荷重で載荷した時の計算たわみを表す。橋軸方向にプレストレスを与えているため、ひび割れはなく、上・下限での変位の変動はあまり大きくないため、変位のバラつきが大きく見える。また、上・下限荷重時の変位は同様の弾性挙動を示しており、いずれの試験体も曲げ剛性に大きな影響はないと考えられる。

図-4 に定点曲げ疲労試験後に行った静的漸増載荷試験の荷重と変位の関係を示す。No.3 の終局荷重の計算値(343kN)と実験値(341kN)は殆ど一致しており、破線は CFCC 試験体の終局荷重(より線だが降伏しない材料のため $0.8 \sigma_{Pu}$ を用いた計算)に相当する値(309kN)を示す。まず、CFCC 試験体は目地の有無に関わらず満足する性能を有することを確認できた。いずれの試験体も、変位の増加が急激に多くなるのは 200kN 程度で生じた。これは、より線の計測ひずみも 200kN から急激な増加が確認できており、プレストレスの効果を受けた影響と推察できる。また、CFCC 試験体は軸方向および直角方向鉄筋が無いものの、繊維補強コンクリートを採用することで同様の挙動を示すことが確認できた。最終的な耐力は、No.3 よりも若干高い値を示し、設計値から求めた破壊荷重に対しても 20%程度上回っていた。なお、破壊状況は上縁コンクリートの圧縮破壊であった。

4. まとめ

本研究では、定点曲げ疲労および静的曲げ試験により以下の事項が確認できた。

- (1) 定点曲げ疲労試験より、変位のバラつきはあるが、CFCC スラブは普通 PC 試験体と同様に、上・下限荷重の載荷で同様の弾性挙動を示しており、曲げ剛性の低下はないことが確認できた。
- (2) 静的曲げ試験より、CFCC スラブの曲げ耐力は設計値を大きく上回り、普通 PC 床版試験体と同程度の耐力を有する。
- (3) CFCC スラブは目地の有無が耐力低下に殆ど影響しないことが分かった。
- (4) CFCC スラブは、軸方向および直角方向鉄筋の代替として繊維補強コンクリートを採用しているが、標準的な PC 床版と比べ同等の曲げ剛性および耐力を有する。

5. 参考文献

1)公益社団法人日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I 共通編, pp86-89,2017,11

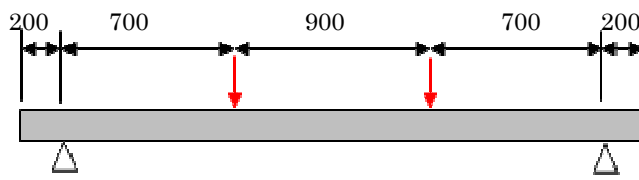


図-1 定点疲労試験概略図

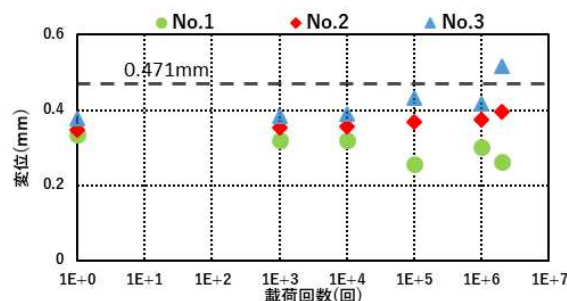


図-2 変位-載荷回数の関係(上限載荷時)

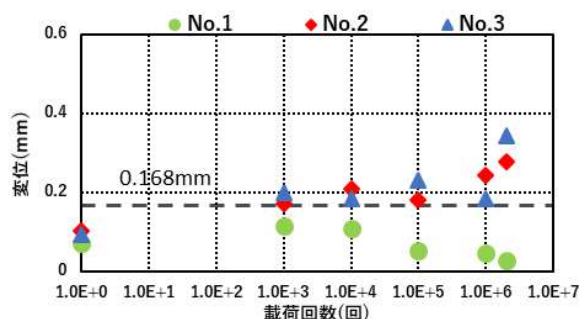


図-3 変位-載荷回数の関係(下限載荷時)

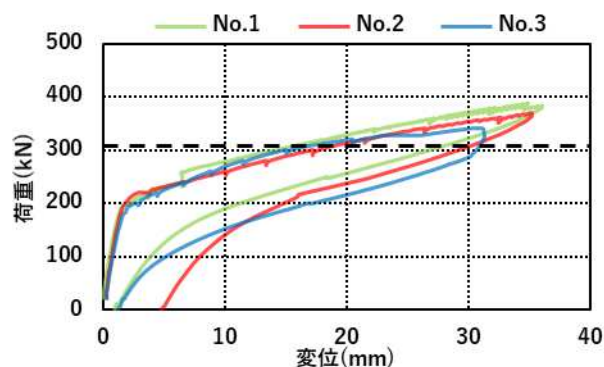


図-4 荷重-支間中央変位の関係