

輪荷重走行試験による水の浸入に起因した耐疲労性の低下を抑制する RC 床版断面の考案

日本大学 学生会員 ○大内 凌輔
日本大学 正会員 子田 康弘

1. はじめに

既存道路橋 RC 床版における塩害などの材料劣化は、床版へ水が浸入することで上側鉄筋が腐食し、ひび割れを発生させる。そして、この種の材料劣化が構造性能の低下を直接的に招き、耐疲労性を著しく低下させる。これまで、配筋やコンクリートの仕様を検討し、水の浸入による耐疲労性の低下を抑制する RC 床版断面を定点疲労載荷試験により検討した¹⁾。その結果、複鉄筋断面よりも単鉄筋断面に炭素繊維グリッドと短繊維補強を施した断面の耐疲労性が飛躍的に向上した。そこで本研究では、この断面を有する RC 床版供試体を作製し、輪荷重走行試験により耐疲労性の検討を行った。

2. 実験概要

図-1 に、本研究で考案した RC 断面の概要を示す。図より、本検討のため作製した RC 床版供試体は、IV型の上側鉄筋を配筋せず短繊維補強を施し、炭素繊維グリッドを縦配置することでせん断補強とした断面である。図-2 に、供試体概要を示す。図より、供試体寸法は 3,000×2,000×160mm である。また、青線範囲(2,200×1,400mm)に土手を作製し、湛水させた状態で試験を実施した。表-1 に、コンクリートの配合を示す。試験開始時の圧縮強度は、30.8MPa であった。また、表-2 と表-3

に、短繊維と炭素繊維グリッドの物性値をそれぞれ示す。なお、短繊維としてビニロン繊維を使用した。図-3 に、コンクリート打込み前の供試体作製状況を示す。輪荷重試験に関し供試体の支持条件は、長辺方向の 2 辺を単純支持、短辺方向の 2 辺は弾性支持とした。載荷ステップは 98kN を基本荷重とし、走行回数 10 万回毎に、載荷荷重を 29.4kN ずつ増加させる段階載荷方式により実施した。計測項目は、目標走行回数終了時点で基本荷重 98kN を供試体中央に静的載荷した際の床版に発生する活荷重たわみと走行回数 0 回からの総たわみ、供試体下面のひび割れ観察および強制振動試験による共振周波数である。また、ひび割れ観察結果をひび割れ密度として数値化した。輪荷重走行回数は、段階載荷による走行回数を 98kN による走行回数に換算した等価繰返し走行回数で評価した。

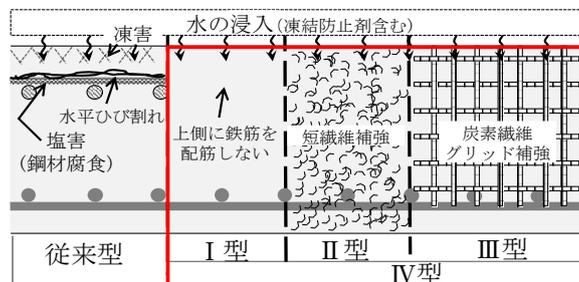


図-1 供試体断面図

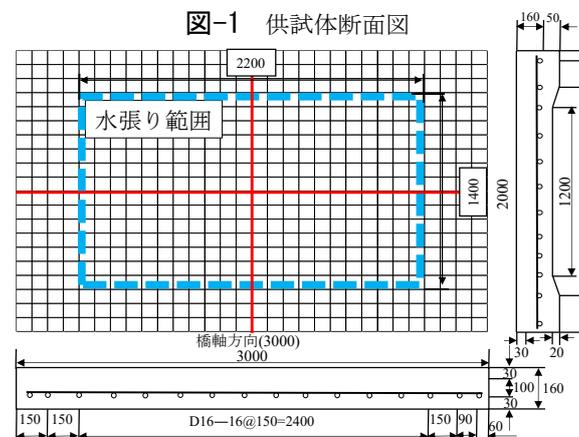


図-2 供試体概要

表-1 コンクリートの配合

G max (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				AE減水剤 (kg)
				W	C	S	G	
20	64	4.5	47	178	277	839	1005	2.77

表-2 短繊維(ビニロン繊維)の物性値

直径 (μ)	標準長 (mm)	引張強度 (MPa)	切断伸度 (%)	ヤング率 (GPa)
660	30	900	9.0	23

表-3 炭素繊維グリッドの物性値

公称断面積 (mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張弾性率 (N/mm ²)	格子間隔 (mm)
4.4	1,400	100,000	50×50



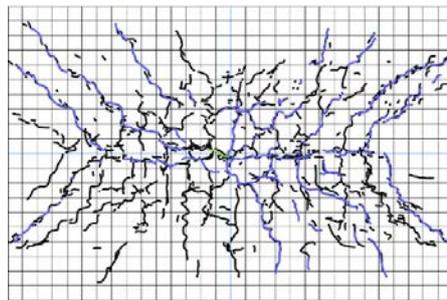
(a)全体 (b)炭素繊維グリッドの設置状況
図-3 供試体作製状況

キーワード RC 床版, 耐疲労性, 水の浸入, 輪荷重走行試験

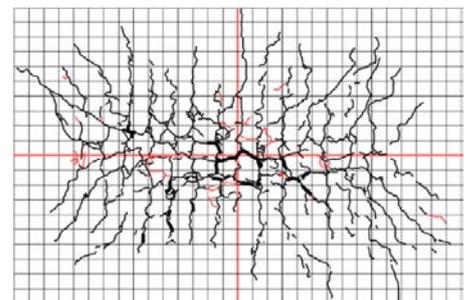
連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 TEL024-956-8721

3. 実験結果及び考察

図-4 に、床版たわみと等価繰返し走行回数との関係を示す。なお、本床版との比較のため、従来断面の気中床版と水張り床版の過去のデータを示す。まず、疲労破壊回数は、気中床版 2 億 330 万回、水張り床版 680 万回に対して、本床版は 1800 万回と気中床版程度とはならなかったが、水張り床版の約 2.6 倍と明らかに耐疲労性が向上した。図より、まず本床版の活荷重たわみは他と同様に走行回数の増加に伴い徐々に増加する傾向であり、気中床版、水張り床版よりも活荷重たわみは小さく推移している。総たわみも気中床版、水張り床版よりもその増加傾向は小さい。水張り床版と疲労破壊時のたわみの増加傾向を比較すると、水張り床版は急激にたわみが増加するという脆性的であったが、本床版はこのような傾向とはならず、短繊維と炭素繊維グリッドの補強効果により急激な破壊を抑制したと考えられた。



(a) 気中床版



(b) 本床版

図-5 床版下面のひび割れ状況(走行回数 1500 万回)

図-5 に、走行回数 1500 万回の床版下面のひび割れ発生状況を示す。図より、気中床版と比較してひび割れの発生形態に違いは無いように見て取れる。

図-6 に、ひび割れ密度と等価繰返し走行回数との関係を示す。図より、5 万回までのひび割れ密度は、気中床版や水張り床版と同程度であった。しかし、その後は、本床版のひび割れ密度の増加傾向を見ると増加傾向が他の床版よりも抑えられている。これは、短繊維補強の架橋効果によってひび割れの進展が抑制されているためと考えられた。

図-7 に、共振周波数比と等価繰返し走行回数との関係を示す。図より、気中床版と同様の減少傾向であったが、294 万回を過ぎから急激な減少が見られた。これは内部損傷が進行していることを意味しており、水の浸入によって疲労損傷の加速したためと推察される。しかし、上述したように急激な破壊はしておらず、炭素繊維グリッドのせん断補強効果と短繊維による架橋効果の相乗効果が発揮されたと推察された。

4. まとめ

本研究では、水張り状態において複鉄筋断面よりも単鉄筋断面かつ炭素繊維グリッドと短繊維による補強を施すことで耐疲労性が向上する断面を持つ RC 床版の輪荷重走行試験を実施した。実験結果より、湛水下において耐疲労性の低下を抑制するために、この種の断面の工夫が有効である可能性を示すことができた。

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 17K06540 の助成を受けた。また、炭素繊維グリッドは前田工織(株)より提供を受けた。ここに記し謝意を表します。

【参考文献】1) 子田康弘, 岩城一郎: 水の浸入による耐疲労性の低下を抑制する RC 床版断面に関する実験的検討, 土木学会第 75 回年次学術講演会講演概要集, V-208, 2020.

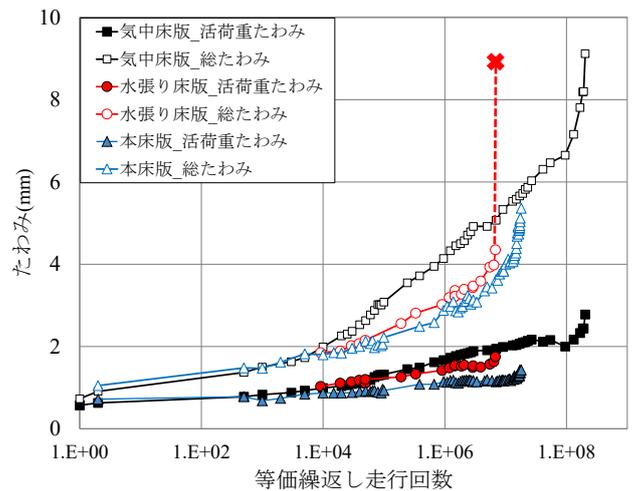


図-4 たわみと等価繰返し走行回数との関係

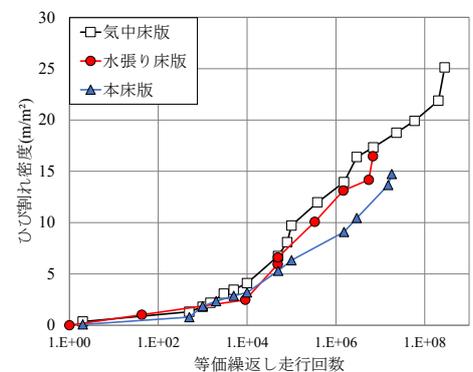


図-6 ひび割れ密度と等価繰返し走行回数

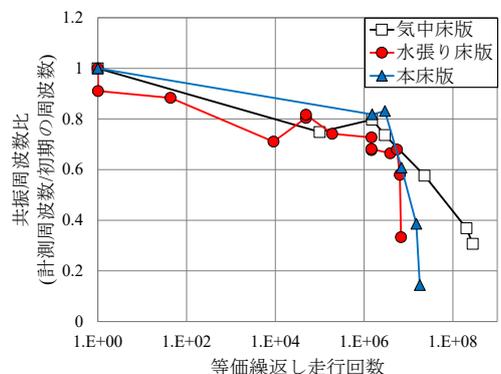


図-7 共振周波数比と等価繰返し走行回数