

主ケーブルの緊張力低下を模擬した PC 桁の疲労試験

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○垣野内 隆一郎
 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 牛田 智也
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 他谷 周一
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 吉田 幸司

1. はじめに

我が国では昭和 30 年代以降、多数のプレストレストコンクリート橋（PC 桁）が建設され、初期に施工された PC 桁については、当時の材料の品質不良や施工不良が原因でグラウトの充填不良が生じ、PC 鋼材の腐食、破断に至った事例も散見される。そのため、グラウトの充填不良がみられる PC 桁が長期にわたり使用された場合に、どのような劣化プロセスを辿るかを把握しておくことは、初期に施工された PC 桁を今後も適切に維持管理しながら使用していくうえで重要である。今回、上縁定着した主ケーブルがグラウトの充填不良により緊張力が低下した PC 桁を模擬した試験体を製作し、緊張力の低下に伴い発生する曲げひび割れの発生及び進展状況並びにその後の耐力の推移を実験により確認した結果について報告する。

2. 試験概要

試験体はポストテンション方式の支間長 10m の PCT 桁とし、PC 鋼材は 7 本より 15.2mm の PC 鋼より線を 6 本配置した。グラウトは、施工不良を想定して、6 本の主ケーブルのうち最下縁の 2 本のみ充填した。試験体は 2 点の単純支持とし、荷重位置は支間中央の 2 点荷重とした。試験は、C1 から C3 の PC 鋼材の緊張力を順次解放し、死荷重と列車荷重を考慮した荷重により曲げひび割れが発生したことを確認した後に、繰返し荷重を実施した。荷重は、はじめに下限を死荷重 49kN、上限を設計荷重（死荷重+列車荷重）66kN として約 76 万回繰返し荷重し、段階的に上限荷重を増加させていった。上限荷重の設定に関しては、既往の知見¹⁾²⁾を参考に、曲げ耐力の約 50%にあたる 75kN で約 6 万回、約 70%にあたる 100kN で約 26 万回の繰返し荷重を実施した。試験体構造及び荷重試験概要図を図-1、荷重サイクルを図-2、材料特性値を表-1 に示す。

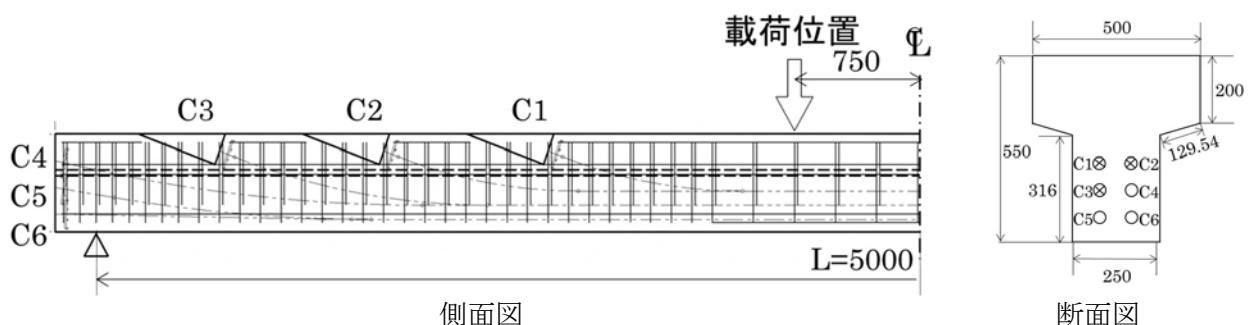


図-1 試験体構造及び荷重試験概要図

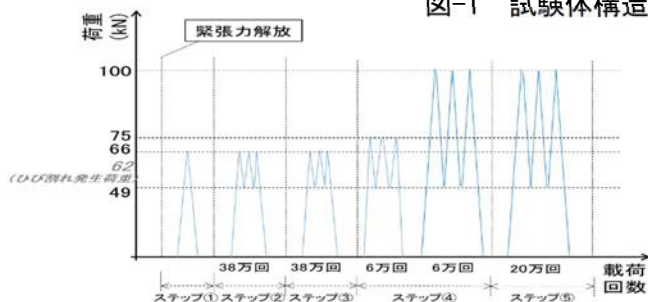


図-2 荷重サイクル

表-1 材料特性値

種別	PC鋼材			グラウト	コンクリート	
	本数・φ (mm)	f_y (N/mm ²)	E_y (kN/mm ²)	f_g (N/mm ²)	f_c (N/mm ²)	E_c (kN/mm ²)
鋼より線 (SWPR7BL)	1S15.2	1,600	200	73.1	46.6	31

f_y : PC 鋼材の引張降伏強度, E_y : PC 鋼材のヤング係数,
 f_g : グラウトの圧縮強度, f_c : コンクリートの圧縮強度, E_c :
 コンクリートのヤング係数

キーワード：PC 橋、疲労試験、グラウト充填不良

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 JR 東海(株)総合技術本部技術開発部 Tel:0568-47-5370

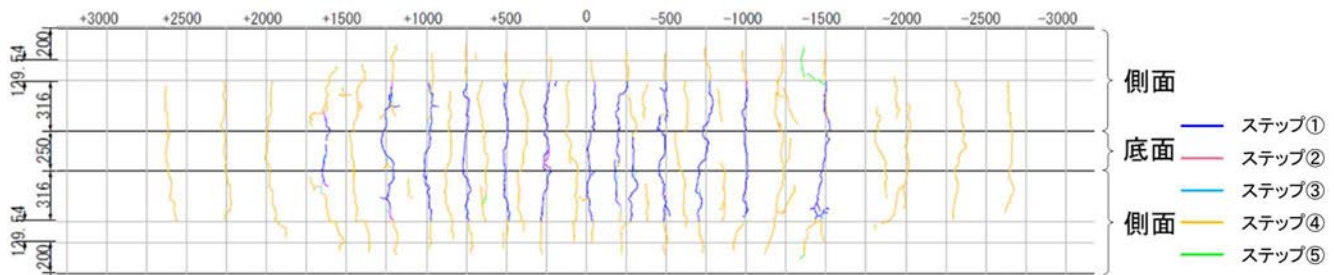


図-3 ひびわれ発生状況（試験終了時）

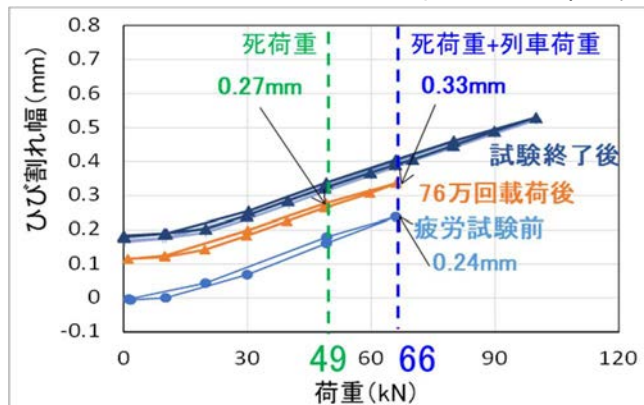


図-4 荷重とひび割れ幅

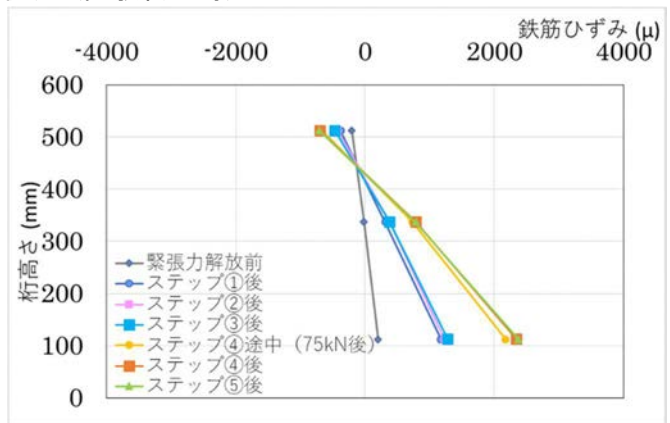


図-5 スパン中央における鉄筋ひずみの推移

3. 試験結果

図-3 に試験終了後のひび割れ発生状況を示す。ひび割れはスパン中央付近で密に（約 10cm 幅）発生したが、一部に集中せず、全体に分散しながら発生した。ひび割れの進展は、75kN までの繰返し载荷により桁下端から腹部まで進展し、その後、100kN の繰返し载荷により上フランジまで進展した。図-4 に荷重とひび割れ幅の関係を示す。ひび割れ幅は、緊張力解放後に 66kN での静的载荷時（すなわち疲労試験前）で 0.24mm 開口し、66kN で 76 万回繰返し载荷した結果、最大 0.33mm まで開口した。スパン中央における橋軸方向の鉄筋ひずみの桁高さ方向の分布を図-5 に示す。鉄筋ひずみが 0 になる中立軸は、緊張力解放前は桁下端約 300mm の位置にあったが、緊張力の解放により約 430mm の位置に変化した。その後上限荷重を増大させながら载荷回数を重ねていくと桁下端の鉄筋ひずみは増大するが中立軸の位置はほとんど変化がなかった。

4. 考察

半数の主ケーブルの緊張力を解放し、上限荷重を変更しながら繰返し载荷を行った結果、ひび割れは発生・進展したものの、緊張力解放後以降の中立軸位置に変化がなかった。このことから、ステップ②以降の繰返し载荷によって PC 鋼材の破断は生じず、桁の保有耐力自体は大きく変化しないことがわかった。また、緊張力を解放し、曲げひび割れが生じた試験体に対して列車荷重相当で繰返し载荷した結果、死荷重载荷時の桁下面のひび割れ幅は 0.27mm になった。このことから、実橋りょうで同様のひび割れが発生した場合には、外観から目視によりひび割れを発見できると考えられる。

5. まとめ

上縁定着した主ケーブルがグラウトの充填不良により緊張力が低下した PC 桁を模擬した試験体を製作し、半数の主ケーブルの緊張力を解放した後、疲労試験を実施した。その結果、载荷回数を重ねるにつれひび割れは増加・進展するものの、列車荷重相当で約 76 万回载荷後でも保有耐力に変化がないことを確認した。今後は、実験データの詳細な分析を実施し、主ケーブル端部のみで破断しているケースや部分的にグラウトが充填されていないケースなど緊張力の状態の違いによる桁の保有耐力の推移を解析などにより解明を進めていく。

参考文献

- 1) 猪俣俊司：「プレストレスとコンクリート桁に関する研究」，土木学会論文集，Vol17，1953
- 2) 後藤裕司他：「ひび割れを有する PC 桁中の PC 鋼材の疲労特性について」，プレレスト・コンクリート，Vol26，No.6，1984