

PC 鋼材が破断した PC 桁の曲げ耐力と破壊挙動に関する一考察

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 〇堀 慎一, 渡辺 健, 田所 敏弥, 谷村 幸裕
(株) 安部日鋼工業 岡山 準也

1. はじめに

本論文では、プレストレストコンクリート桁（以下、PC 桁と称す）の静的載荷実験を行い、曲げ耐力および変状など、PC 鋼材の破断が PC 桁の破壊挙動に及ぼす影響を把握した。

2. 実験概要

図 1 および表 1 に、試験体の概要および諸元を示す。試験体は、PC 桁の主桁 1 本を模擬し、PC 鋼材を 6 本 (No.1～No.6) 有する支間長 13.7m の PC 単純 T 型桁である。なお、PC 鋼材を破断するため、試験体の端部に開口部を設けた。また、支間の 1/4 より支点側の PC 鋼材は、グラウト未充てんを再現するため、PC 鋼より線を塩ビ管で覆いさらにグリスを注入した、アンボンド処理区間を設置している。実験では、4 点曲げ載荷とし、支間中央を 800kN まで載荷し、除荷後 1 本の PC 鋼より線を切断、その後再度 800kN 載荷するといった載荷サイクルを繰返し、試験体が破壊するまで実施した。

3. 実験結果

図 2 に荷重と L/4 点の鉛直変位の関係（以下、荷重－変位関係）を、図 3 に実験終了時のひび割れ図を示す。載荷開始後、試験体の支間中央部に微細なひび割れが確認された。その後、3 サイクル時 (No.6

および No.4 切断後) に、L/4 点に曲げひび割れが初めて発生した。ただし、図 2 に示す通り、荷重－変位関係の初期剛性には変化が見られなかった。3 本切断後 (No.3), L/4 点より支間中央側で斜めひび割れ、支点側で鉛直方向のひび割れが発生し、荷重－変位関係の剛性が低下した。4 本切断 (No.2) により斜めひび割れと鉛直ひび割れが、上フランジ下面に到達したとともに、曲げ剛性が大きく低下した。既に曲げ剛性が大きく低下していたことから、No.5 の PC 鋼材の 60%を切断して載荷したところ、L/4 点より支点側に発生していた曲げひび割れが、試験体上縁まで到達した。そして、PC 桁は上フランジのコンクリートが圧壊した後に終局に至った。

図 4 に PC 鋼材切断によるプレストレスの解放率の推移を示す。ここで、プレストレス解放率は、緊張時に発生した PC 桁のひずみに対する切断前後の PC 桁のひずみ減少量の比を累計したものであり、切断による PC 桁のプレストレスの経緯を示している。この図より、アンボンド区間および算出したプレストレス減少区間¹⁾においてプレストレスが解放されていることが確認できる。また、プレストレス減少区間の長さは、計算値にほぼ一致したことが確認できる。

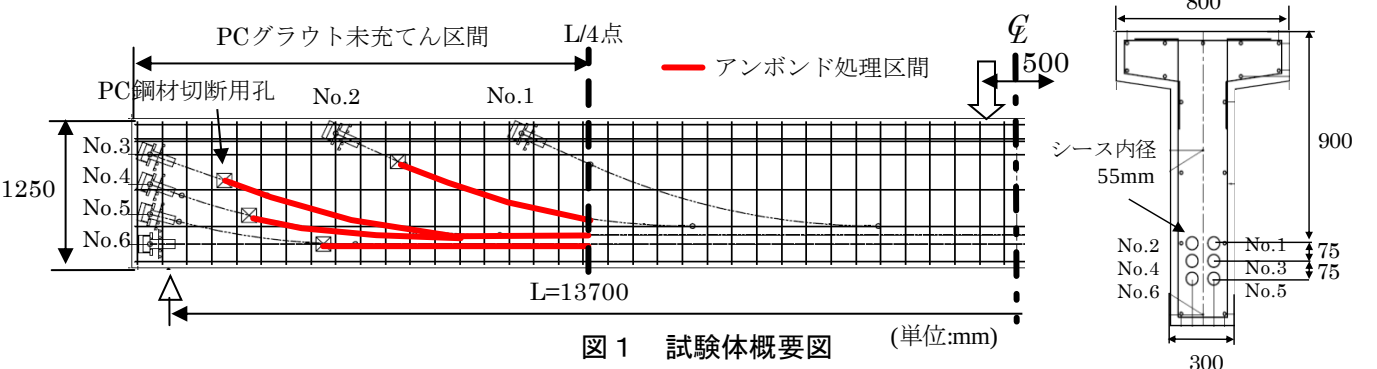


表 1 試験体諸元

スパン(m)	シース	PC鋼材 鋼より線SWPR7BL				鉄筋 SD295		グラウト	コンクリート	
	本数(本)	本数-φ	fpy(N/mm ²)	fpu(N/mm ²)	Ep(kN/mm ²)	fy(N/mm ²)	Es(kN/mm ²)	f'g(N/mm ²)	f'c(N/mm ²)	Ec(N/mm ²)
13.7	6	5T12.7	1822	2015	191	345	200	30.9	54.9	37.4

キーワード PC 桁, PC 鋼材, 破断, ひび割れ発生位置, 曲げ耐力

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL:042-573-7281

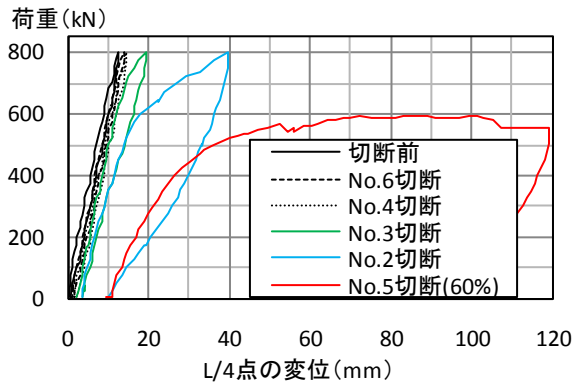


図2 PC鋼材切断に伴う荷重－変位関係の変化

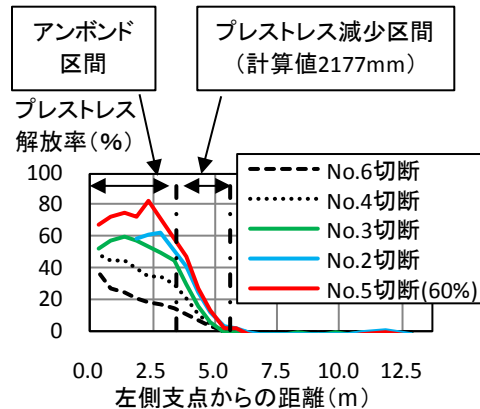


図4 PC鋼材切断に伴うPC桁のプレストレスの変化

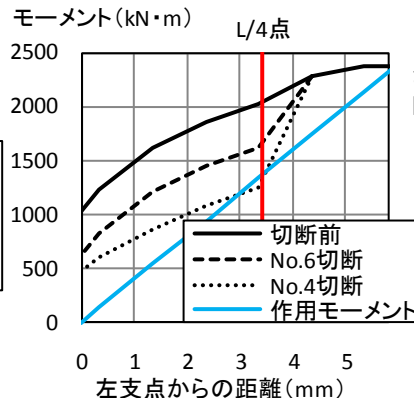


図5 PC鋼材切断に伴う曲げひび割れ発生モーメントの変化

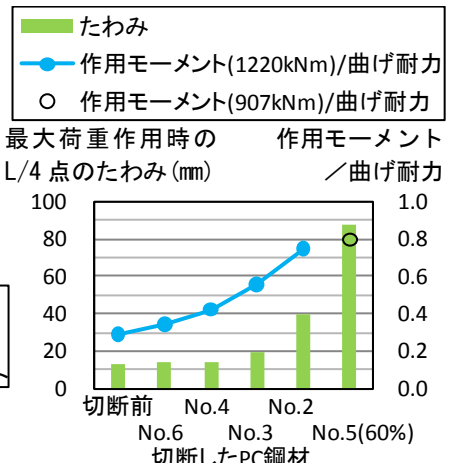


図6 たわみと破壊断面の曲げ耐力比の変化

4. 考察

図5に、コンクリート下縁応力度が曲げひび割れ強度に達する時点のモーメントの計算値(M_{cr})、および作用モーメント(M_k)の、試験体片側スパンの分布を示す。なお M_{cr} は、PC鋼材切断に伴い変化するプレストレスを考慮した応力度により算出した。この図より、 $M_k > M_{cr}$ となるのは、2本切断時のL/4点付近である。すなわち、プレストレス減少に伴う曲げひび割れの発生荷重および発生位置について、実験の観察結果と一致している。

PC桁の残存曲げ耐力は、既往の研究¹⁾に従い評価した。計算上は、4本切断により左側支点から2.85mの位置で $M_k > M_u$ となったが、実験では5本切断後に、左側支点から3.05mの位置で曲げ破壊となった。終局時の破壊断面のプレストレスは、切断していないNo.1とNo.5の40%分のみ配置されたことになる。しかし、図4より、破壊断面ではプレストレス解放率が約60%となっており、解放したプレストレスの影響が残っている可能性がある。このことが、曲げ耐力が大きくなった原因と考える。そこで、終局時のプレストレス残存割合を、図4に示すプレストレス解放率から算出したうえで、破壊断

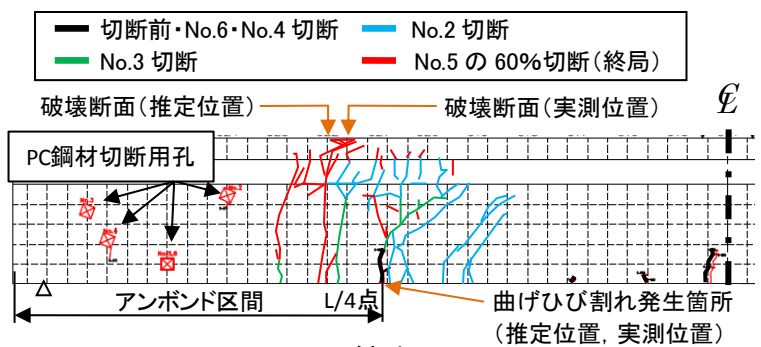


図3 ひび割れ図

面における残存曲げ耐力の算定を行った。図6に、載荷時のL/4点の最大荷重作用時のたわみと、切断に伴い低下する曲げ耐力($M_{u,3.05}$)に対する破壊断面の $M_{k,3.05} = 1220 \text{ kNm}$ (No.5切断後のみ 907 kNm) の比 (以下、曲げ耐力比: $M_{k,3.05}/M_{u,3.05}$) を示す。曲げ耐力比は、4本切断により0.75となったが、図2よりこの時点で剛性が大きく低下したことが確認できる。5本切断後の曲げ耐力比は、0.80となり1.0を下回った。これは、載荷による試験体の変形により、アンボンド区間に残留していたプレストレス量が解放され、その結果、曲げ耐力が低下したためと考えられる。また、図6よりたわみは曲げ耐力比が0.5の範囲では、顕著な変化は見られなかった。

5. まとめ

PC鋼材が破断したPC桁の曲げひび割れおよび曲げ破壊に関して、発生位置および荷重値を、残存プレストレス量を用いて算出することにより概ね推定できた。

参考文献

- 1) 前田友章, 徳永光宏, 田所敏弥, 谷村幸裕: 鋼材破断時の付着特性に着目したPC梁の曲げ耐力に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol32, 2010