

内ケーブルの破断を模擬した PC 箱桁橋の残存耐力評価に関する実験的研究

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 石田 雅博 大島 義信 ○吉田 英二

1. はじめに

本研究では、内ケーブルの破断とグラウト充填区間における再定着が桁構造の立体的な挙動に与える影響を把握するために、未充填区間である定着部付近でケーブルが破断し、桁中央部の充填区間で再定着した実橋梁をモデルとした PC 箱桁供試体を製作し、曲げ載荷試験により残存耐力の評価を行った。

2. 実験概要

図-1、表-1 に供試体 G1、G2 の側面図及び供試体の概要をそれぞれ示す。供試体は、箱桁形式のポストテンション方式の PC 橋を模擬した 1/2 縮小モデルの健全供試体 1 体 (G0) とケーブル破断及びグラウト未充填の損傷を模擬した供試体 (G1、G2) 2 体の合計 3 体を製作した。損傷を模擬した供試体 G1 及び G2 については、それぞれウェブの片側、両側のケーブルが損傷し、かつ、下フランジ部のケーブルが破断した状態を想定した。定着部付近でのケーブルの破断を模擬するために、定着部から図-1 に示す仮想せん断破壊面 (荷重載荷点と支点から $h/2$ 点 (h : 供試体高さ) を結ぶ線) までの区間について、グラウト未充填を模擬し、アンボンド処理によって再現している。アンボンド処理のケーブルは、PC 鋼より線をポリエチレンシースで被覆し、その間に潤滑剤としてグリースを詰め込んだ。また、端部定着にラムチェアを設置し、その開口部でケーブルをガス切断することによって、ケーブルの破断を模擬した。また、既設 PC 橋では、下フランジ部のケーブル破断による損傷事例が多いことから、供試体 G1 及び G2 については、いずれも下フランジ部のケーブルを設置せず、ケーブルが破断している状況を再現した。

3. 試験方法

試験は載荷点距離間 1.5m の 2 点載荷により行い (図-1)、載荷点直下のコンクリートが圧壊するまで静的に載荷を行った。図-2 に各供試体の載荷ステップを示す。ケーブル破断後にはケーブルの再定着が生じるが、その時、コンクリートのクリープが生じる。そのため、ケーブルの再定着後のクリープ現象が低減するまで無載荷状態を維持し、破断から約 3 日後に載荷を行った。損傷を模擬した供試体 G1, G2 においては、ケーブル破断後に繰返し載荷を行った。ケーブルの破断は、上縁定着部からシース内部への浸水が原因となり発生しやすい傾向があることから、第一段階では、グラウト未充填を模擬した区間側

表-1 供試体の概要

供試体	損傷概要（左：断面図，右：平面図）	
G0		
G1		
G2		

※  : グラウト未充填を模擬した区間（アンボンド区間）
 : ケーブル未設置（ケーブル破断を模擬）

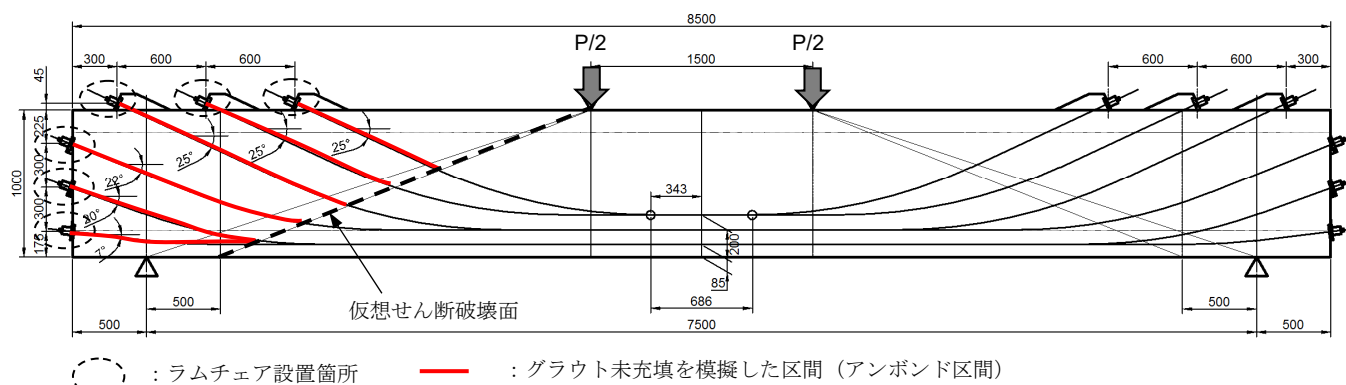


図-1 供試体G1,G2の側面図（B面）※供試体G0は損傷なし

キーワード PC 箱桁, 内ケーブル破断, 残存耐荷力評価

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

において、上縁定着しているケーブルを供試体 G1 は 3 本、供試体 G2 は 6 本を切断し、第二段階で、端部定着しているケーブルを供試体 G1 は 3 本、供試体 G2 は 6 本を切断した。

4. 結果

図-3 及び写真-1 に、各供試体の荷重-変位曲線及び供試体 G1 の試験終了後の状況をそれぞれ示す。荷重-変位曲線より、供試体 G0, G1, G2 の順に最大荷重が小さく、ケーブルの損傷による影響を確認することができた。損傷供試体（供試体 G1, G2）は、グラウト未充填を模擬し、ケーブルが破断したことにより、健全供試体（供試体 G0）と比較して、耐力が 70%程度まで低下した。ただし、荷重-変位曲線が線形的に増加する領域までは、健全および損傷供試体の曲げ剛性の差はほとんど生じていなかった。

供試体 G1, G2 は、グラウト未充填を模擬した区間において、せん断ひび割れの発生が先行する傾向が見られた。片側のみ未充填区間を設定した供試体 G1 では、ケーブル破断後、グラウトの充填及び未充填区間の境界部において、ひび割れが集中する傾向が見られた。最終的には、その損傷が進展したグラウトの充填及び未充填区間の境界部にて、せん断破壊が発生した。一方、左右に未充填区間を設定した供試体 G2 では、ケーブル切断後、左右のウェブでひび割れが分散する傾向がみられ、最終的には、供試体 G0 と同様、載荷点付近の上縁コンクリートが圧壊した。結果的に、供試体 G2 は供試体 G1 とほぼ同等の破壊荷重を示すとともに、供試体 G0 と同程度以上の変形性能を示した。これらの結果から、PC 箱桁のような立体機能を持った構造モデルにおいては、ケーブル破断箇所の特定が重要であり、その破断の位置によっては荷重が再分配せず、供試体 G1 のように局所的に破壊が進展する可能性や、供試体 G2 のように荷重の再分配により、高い変形性能を示す可能性があることが分かった。このことから、グラウトの未充填やケーブルの破断が生じている可能性のある PC 箱桁に対する残存耐荷力の評価では、ケーブル破断の位置及びグラウト未充填箇所の情報が極めて重要であるといえる。

5. まとめ

本研究では、箱桁型式のポストテンション方式の PC 橋を模擬した 1/2 縮小モデルの健全供試体 1 体とケーブル及びグラウト未充填を模擬した供試体 2 体の合計 3 体の載荷試験を行った。その結果、箱桁のような断面方向の分配効果を持った構造モデルにおいては、ケーブル破断箇所の特定が極めて重要であり、その破断の位置によっては荷重が再分配せず破壊が進展する可能性や、荷重の再分配により高い変形性能を示す可能性があることが分かった。

謝辞 本試験は筆者らが所属する SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発課題「異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術の開発」の一環として行われた。ここに記し謝辞を表す。

【参考文献】 村田 一郎, 大坪 正行, 濱田 譲, 森川 英典: 定着部付近での内ケーブルの破断を想定した鉄道 PCI 形桁のせん断耐力に関する一考察, 土木学会論文集 E2, Vol.71 No.3, 203-219, 2015.

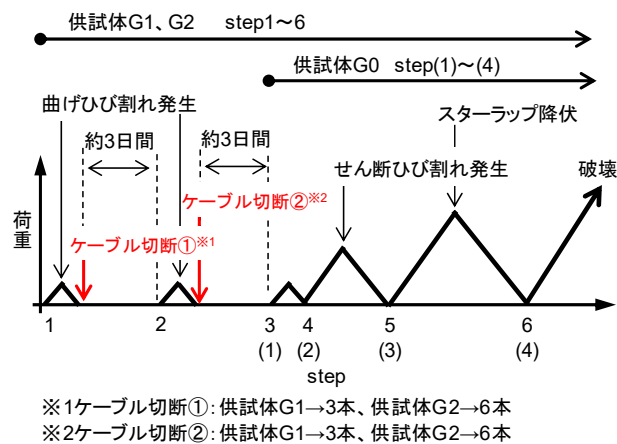


図-2 載荷方法の模式図

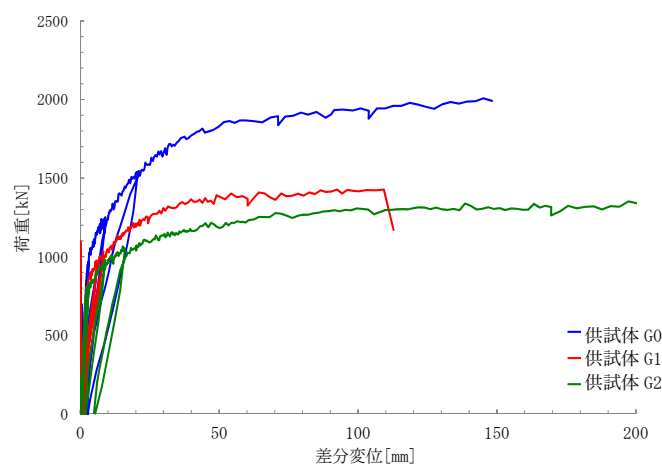


図-3 荷重-変位関係

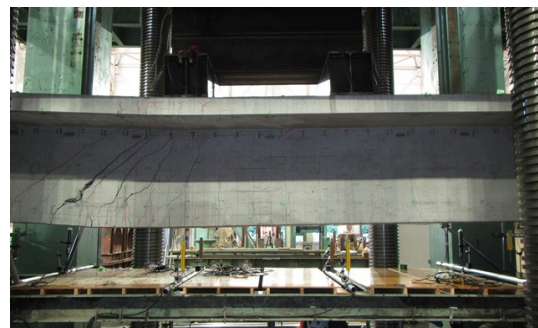


写真-1 試験終了後の状況（供試体 G1, B 面側）