

破断した PC 鋼材を有する PC 梁の曲げ性状に関する解析的検討

○埼玉大学大学院 学生会員 徳田 裕美
埼玉大学 フェロー会員 睦好 宏史
埼玉大学大学院 正会員 横田 敏広

1. 目的

高度経済成長期に整備された社会基盤インフラの老朽化が一斉に進み、近年、補修や架け替えが必要な橋梁の数は増え続けている。しかし、費用や人材などの不足により、全ての橋梁に対して完全な補修を行うことは困難である。そのため、橋梁の維持管理においては、現存する橋梁の安全性を正確に評価し、効果的かつ効率的な補修・補強を行うことが求められている。プレストレスコンクリート（以下 PC）橋は、適切な安全性の評価が必要であるが、損傷・破断した PC 鋼材を有する PC 橋について、その性能を精度良く評価する手法は確立されていない。そこで本研究では、破断した PC 鋼材を有する PC 梁の曲げ性状を定量的に明らかにするとともに、残存性能を評価する解析モデルの確立を目的とする。

2. 曲げ載荷実験概要

破断した PC 鋼材を有する PC 梁の曲げ性状を明らかにするため、**図 1** のような供試体を製作し、曲げ載荷実験を行った。PC 鋼材の破断が梁全体に及ぼす影響を明らかにするため、PC 鋼材を人為的に切断し、PC 鋼材の切断位置、切断本数および載荷位置を実験要因とした（**表 1**）。Case0~5 は、プレストレス導入後にグラウトを充填し、グラウト硬化後、小径（φ15mm）のコンクリートコアドリルを用いて供試体側面から PC 鋼材を切断した。また、グラウトの充填不良が PC 鋼材劣化の原因となる事例が多いことから、Case6, 7 ではグラウト未充填区間を設け、グラウト未充填区間内の PC 鋼材を切断した。また、Case7 では、PC 鋼材切断後にグラウト未充填区間にグラウトを再充填し、グラウト再充填が曲げ耐力に与える影響を検討した。

表 1 供試体条件

	PC 鋼材切断位置	PC 鋼材切断本数	グラウト充填状況	載荷位置
Case0	支間中央	切断なし	完全に充填	支間中央から 500mm の位置 (2 点載荷)
Case1		1		
Case2		2		
Case3	支間中央から 500mm の位置		1 (2 箇所)	支間中央 (1 点載荷)
Case4				
Case5		2	未充填区間あり	
Case6			再充填	
Case7				

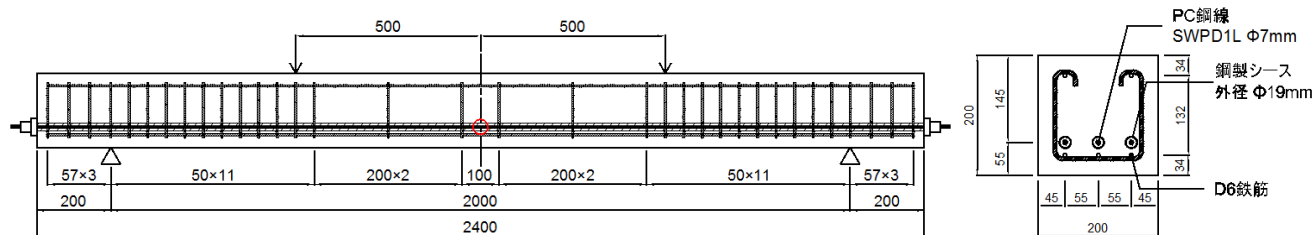


図 1 供試体詳細図 (Case0)

キーワード：PC 鋼材の破断，曲げ性状，ファイバーモデル，グラウト未充填

連絡先：〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 Tel 048-858-3553

3. 曲げ載荷実験の結果と考察

曲げ載荷実験の結果を図2に示す。作用モーメントが最大となる支間中央にPC鋼材の切断箇所があるCase0, 1, 2では、PC鋼材の切断本数の増加に伴い、最大作用モーメントが減少した。一方、Case4, 5は、PC鋼材の切断箇所ではなく載荷点で破壊に至り、最大作用モーメントは、PC鋼材の切断本数に関わらず、健全な供試体Case0の約90%となった。これより、PC鋼材の切断により、切断位置ではPC鋼材とグラウト間の付着力が低下したが、切断位置から500mm離れた載荷点付近では、健全状態に近い付着力が働いていたと考えられる。また、グラウト未充填区間を設けたCase6の最大作用モーメントが50.3%であるのに対し、グラウト未充填区間にグラウトを再注入したCase7では68.7%まで回復していることから、PC鋼材が破断・損傷した後であっても、グラウトの再充填が力学的な性能を回復させることがわかった。

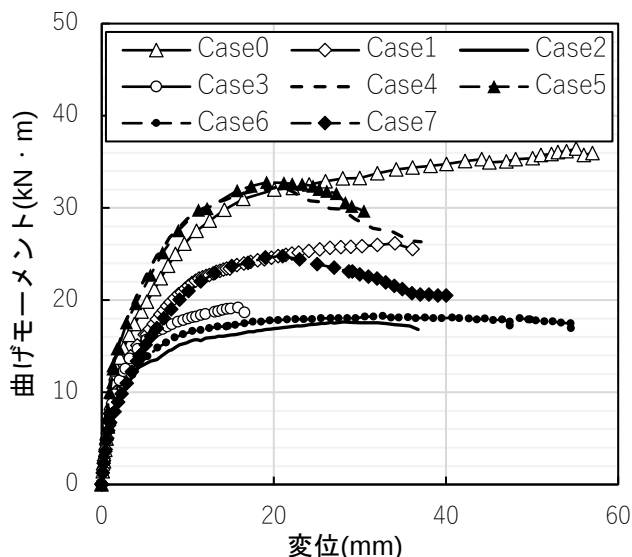


図2 曲げモーメント-変位関係

4. ファイバーモデルによる解析的検討

曲げ載荷実験より、PC鋼材とグラウト間の付着力が梁の耐力に大きく影響することが明らかになったため、PC鋼材の切断によって低下した付着力が、ある程度の距離で回復し、PC鋼材が引張抵抗材として正常に機能することを考慮した解析モデルを検討した。なお、解析にはファイバーモデル解析の手法を用いた。PC鋼材の切断により、切断したPC鋼材の応力を切断断面では0%、切断位置から付着長離れた断面では100%とし、切断断面からの距離に比例して切断したPC鋼材の荷重負担が線形に回復するものとして再現した。なお、グラ

ウトが未充填の場合は、グラウト未充填区間内では切断したPC鋼材の応力が0%、グラウト充填・未充填の境界断面から応力が増加するものと仮定した。

図3に代表してCase2における解析値と曲げ載荷実験による実験値の比較を示す。健全な供試体Case0およびPC鋼材を切断した供試体Case1~Case5について、解析値と実験値の最大曲げモーメントはほぼ一致しており、ファイバーモデル解析により、PC鋼材の切断による耐力の低下を評価することができた。また、グラウト未充填区間を有するCase6についてもある程度精度よく実験値を再現する事ができた。

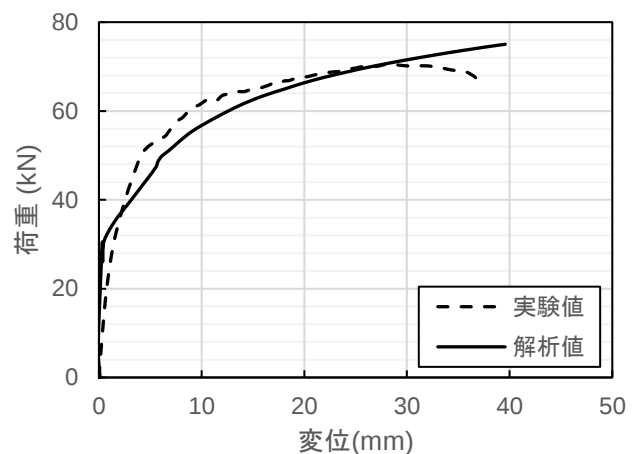


図3 解析値と実験値の比較 (Case2)

5. 結論

破断したPC鋼材を有するPC梁の載荷実験および解析的検討より、以下の結論を得た。

- 1) グラウトが十分に充填されている場合、PC鋼材の破断によって付着力は低下するが、ある程度の距離で回復するため、最大モーメントの作用位置とPC鋼材の破断位置が異なる場合は、付着低下の影響が軽減され、曲げ耐力が改善する。
- 2) ファイバーモデル解析に、PC鋼材の破断による付着力の低下とその影響範囲を考慮することで、比較的精度よく曲げ性能を評価することが可能である。
- 3) 曲げ載荷実験の結果、グラウト充填不良部のPC鋼材が破断した場合でも、グラウトの再注入により、ある程度耐力の回復が見込める。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金（基盤（B）、代表：睦好宏史）により行われたものである。また、PC鋼材は、神鋼鋼線工業（株）により提供して頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。