

河川内橋梁の耐災害性能向上に向けた新材料による橋脚補強工法の検証

山口大学大学院	学生会員	○富吉 隆生	山口大学大学院	学生会員	渡邊 学歩
山口大学大学院	学生会員	堀田 真人	山口大学大学院	学生会員	川原 仁志
宇部興産	非会員	河本 孝紀	宇部興産	非会員	廣津 和雄

1. 研究の背景と研究内容

2013年7月31日に発生した山口・島根豪雨災害では、耐力の低い既存の橋梁構造物において、橋脚の倒壊と桁の流失という被害が発生した。今後、自然災害が頻発することが懸念されており、河川内の橋梁構造物の、災害に対する耐久性能向上に向けた対策の実施が求められる。本研究では、新材料を活用した補強工法の提案のため、模型橋脚を用いた正負交番載荷実験により橋脚の変形性能に関する検討を行った。

2. 実験概要と載荷試験結果

本研究では橋脚の縮小模型を製作し正負交番載荷実験を行った。図-1には寸法、供試体の概要を示す。基本となる標準供試体(KC-1)は実橋の1/3縮小模型を想定し全高が2565mm、柱部高1865mm、断面が400×400mmの正方形断面、下部に高さ700mm、幅1300mmのフーチングを有する橋脚型とした。せん断スパン(載荷点高さ/断面幅)が4以上となるように設計した。既存の橋脚の1/3縮小模型を標準供試体(KC-1)

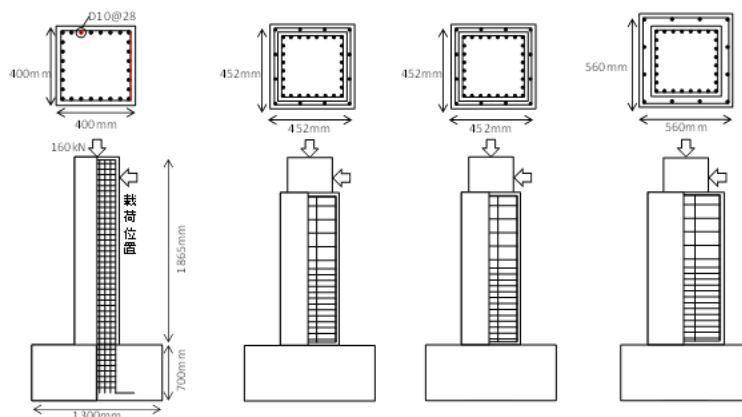


図-1 実験供試体

とし、PCMによる薄肉巻き立て補強(KC-2およびKC-3)およびRCによる厚肉巻き立て補強(KC-4)を行った計4体を製作した。なおRCによる巻き立てにおける補強厚は実橋脚の設計では250mm以上の確保を求められているため80mmとした。PCM補強ではRC補強を行った供試体(KC-4)の耐力と同程度の耐力が得られるように巻き立てを26mmとした。

図2に正負交番載荷実験より得られた水平変位-水平荷重の関係を示す。KC-1供試体については実験の際に水平変位の計測に誤りがあったため実験後にデータを修正している。終局変位(変形性能)は標準供試体で71.50mm、PCM流し込み補強で48.87mm、RC補強で34.76mmとなっている。終局耐力は標準供試体で109.3kN、PCM流し込み補強で166.7kN、RC補強で171.1kNとなった。PCMの流し込みによる補強では水平変位40mmではらみ出しが起り47.8mmで終局、72mmで鉄筋の破断を確認した。RC補強では水平

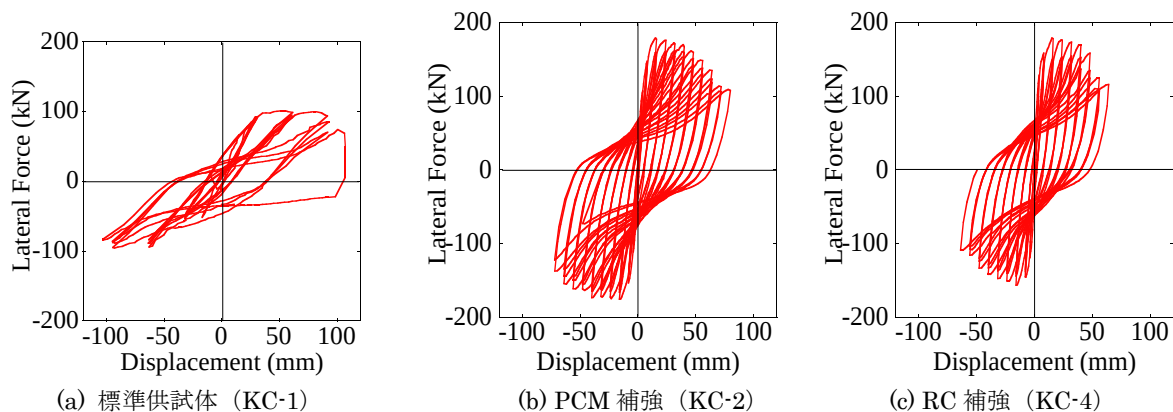


図-2 各供試体の水平力～水平変位の履歴

キーワード 耐震補強, 書式, PDF ファイル, 電子投稿, 年次学術講演会

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 社会建設工学専攻

変位 24mm で基部の浮き上がり，32mm で隅角部においてコンクリートの圧縮破壊，34.8mm で終局となった．鉄筋の破断は水平変位 48mm で確認した．PCM 流し込み補強（KC-2）では補強による耐力向上については，RC 補強（KC-4）と同程度であったが変形性能は 40%向上している．

3. 解析を用いた設計値と実験値の比較

設計基準で定められたコンクリートおよび鉄筋の応力ひずみ関係をもとに，鉄筋コンクリート断面内における力の釣り合いからその曲げ耐力および変形性能（曲率）を算出した．さらに，柱に生じる塑性変形は主として橋脚基部の塑性ヒンジ区間内で一様に発生し，区間内の塑性回転によって生じるとする仮定に基づいて，橋脚としての耐力および変形性能（変形量）を評価した．図-3 には，実験時の荷重変位の履歴曲線に，実験および設計時の骨格曲線（降伏および終局）を重ねて示す．なお，その数値は表-1 に示す．いずれのケースでも実験時の終局状態に相当する変位（終局変位）は設計時に比べ大きく，補強された供試体が十分な変形性能を有していることを示す．ただし，実験時の塑性変形量を無次元化した塑性率は，KC-2 および KC-3 の PCM による補強では設計時に想定する許容塑性率を上回っているが，RC 補強（KC-4）では，実験時の塑性率が許容塑性率を下回るため，変形性能が不足しているとの判定となる．以上より，PCM 材料による薄肉巻き立て補強による補強では，十分な変形性能確保され，過度の厚肉補強では変形性能が不足するということを明らかにした．

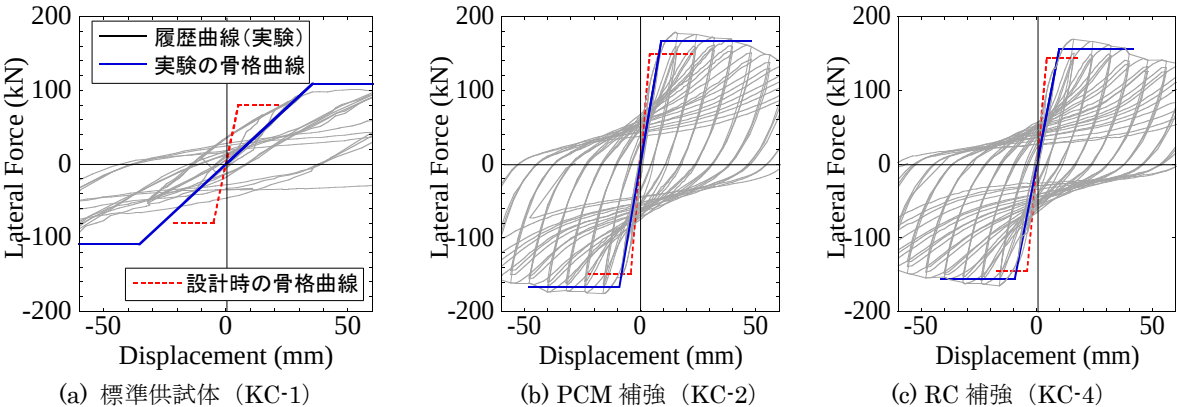


図-3 実験結果の履歴および設計時に想定される耐力および変形性能

表-1 実験値および照査値

	KC-1（標準）	KC-2（PCM 流込）	KC-3（PCM 吹付）	KC-4（RC 補強）
最大水平力 $P_{max}(kN)$	109.3	179.0	169.5	179.0
終局耐力 $P_u(kN)$	101.0	166.7	155.7	171.1
降伏変位 $\delta_v(mm)$	35.5	9.06	9.59	8.64
終局変位 $\delta_u(mm)$	71.5	47.87	41.38	34.76
塑性率 μ	2.01	5.28	4.31	4.02

(b) 示方書に基づく設計時の照査値

	KC-1（標準）	KC-2（PCM 流込）	KC-3（PCM 吹付）	KC-4（RC 補強）
終局耐力 $P_u(kN)$	80.2	148.8	144.2	155.5
降伏変位 $\delta_v(mm)$	5.12	4.09	4.24	3.25
終局変位 $\delta_u(mm)$	23.1	22.2	19.1	20.9
許容塑性率 μ_a	3.93	4.69	3.92	5.53

4. まとめ

模型供試体を製作し PCM 及び RC を用いて補強し正負交番載荷実験による変形性能について検討をした．以下にその結論を示す．

- PCM 材料を用いた薄肉巻き立て補強を行った供試体の最大変形量および終局変位は，RC 材料による厚肉巻き立て補強を行った供試体に比べて大きくなった．
- 同程度の耐力向上を図って補強設計を行っても，かぶりコンクリートの厚さが増加すると変形性能が低下する可能性がある．