

PC 鋼棒が多段配置された梁部材の曲げ補強確認実験

名古屋高速道路公社 正会員 ○長屋考司 同左 正会員 森下宣明
 名古屋高速道路公社 正会員 前野裕文 三井住友建設(株) 正会員 高木康宏

1. はじめに

アルカリ骨材反応の影響によりひび割れが発生した実橋脚から梁部材の軸直角方向のコンクリートコアを採取した。その強度が、設計基準強度を下回る橋脚が 1 基確認された。梁部材軸方向の圧縮強度が低下した場合、PC 鋼材が多段配置された PC 梁部材では、引張鋼材（PC 鋼材）量が終局つり合い鋼材量以上となり、全ての引張鋼材が降伏する前にコンクリートが圧壊する破壊形態（圧縮破壊先行型）となる可能性があり、曲げ耐力の低下が懸念された。本橋脚は鋼板巻立てにより補修済みであるが、今後、他の橋脚において今以上の劣化が確認された場合の維持管理を考慮し、施工性に優れた合理的な補強方法を立案しておく必要がある。そこで、PC 梁に対して新たな曲げ補強方法を提案し、その補強効果の確認実験を行った。

2. 補強方法

本実験で対象とした実橋脚モデルを図-1 に示す。当橋脚梁部材の軸直角方向の圧縮強度が設計基準強度 35N/mm^2 から 21N/mm^2 に低下していた。図のように PC 鋼材が多段配置された PC 梁では、圧縮破壊先行型の曲げ破壊となり曲げ耐力が低下する。そのため、曲げ耐力の回復を図ることを目的として、梁部の圧縮縁側にコンクリート増厚を行う補強方法を提案した。上面には杓が設置されているため、増厚の形状は上面以外を U 型に巻き立てる（巻立部）構造とした。巻立部の圧縮強度は、モデル橋脚の設計基準強度に合わせて 35N/mm^2 とした。その厚さは実橋脚での施工性と破壊時に全ての圧縮応力度を巻立部が負担できるよう 300mm とした。

圧縮強度の低下により、コンクリートの許容引張応力度も小さく設定する必要がある。さらに、増厚に伴う死荷重増加により、活荷重作用時において梁部の付け根部上縁にひび割れの発生が懸念された。そのため、巻立部に PC 鋼材を配置し、既設梁部（既設部）にプレストレスを導入することでひび割れの発生を抑制することとした。モデル橋脚は活荷重作用時にフルプレストレス状態となる鋼材量（1950kN 型×6 本）とした。

本補強方法では既設部と巻立部との一体性を確保することが重要であり、適切なずれ止め鉄筋量を配置する必要がある。モデル橋脚では、補強後の曲げ破壊時において界面に生じるせん断力に対してずれ止め鉄筋量を決定した結果、0.2%であった¹⁾。

3. 実験概要

図-2 に case2 試験体、表-1 に試験体緒元を示す。試験体は、無補強の case1 と補強した case2 の 2 体とし、寸法は実橋脚の 1/4 縮尺とした。既設部の PC 鋼材量は圧縮強度の低下によって圧縮破壊先行型の破壊形態となるよう設定した。また、巻立部の PC 鋼材量は case1 の曲げ耐力の 1.5 倍となるように設定した。

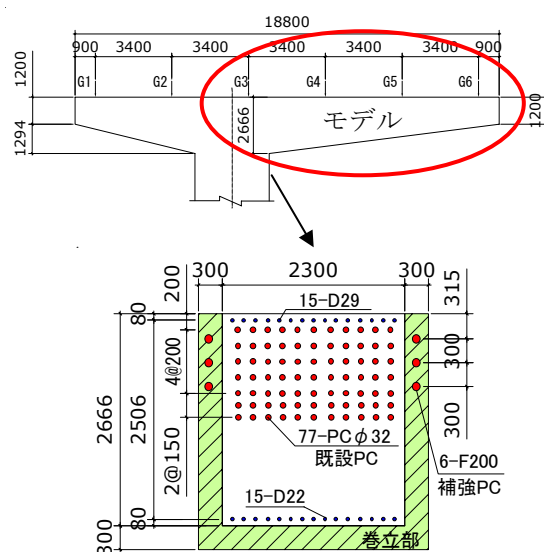
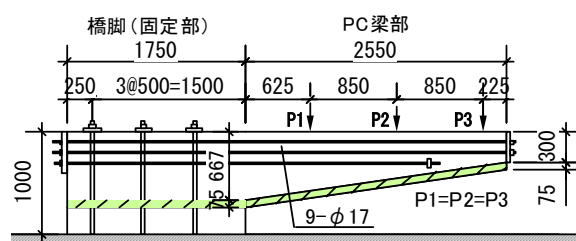
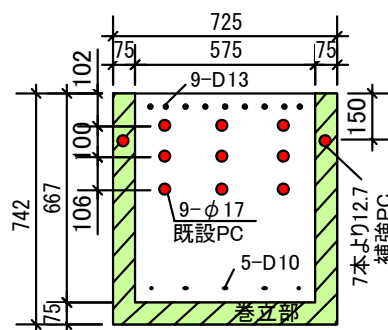


図-1 実橋脚モデル



(a) 側面図



(b) 基部断面図

図-2 case2 試験体

キーワード：PC 梁，強度低下，曲げ補強，増厚工法

〒462-0844 名古屋市北区清水 4-17-30 TEL 052-919-3202 FAX 052-919-3240

表-1 試験体緒元

試験体 水準	既設部		巻立部		ずれ止め 鉄筋量	基部曲げモーメント(kN・m)		
	圧縮強度 (N/mm ²)	PC 鋼材	圧縮強度 (N/mm ²)	PC 鋼材		解析	実験 3500 μ 到達	実験 最大荷重
case1 (無補強)	21.0 (26.6)	9- ϕ 17 0.42 σ_{pu}	—	—	—	1058	965	1190
case2 (補強)	21.0 (27.8)		35.0 (43.2)	7 本より 12.7 0.6 σ_{pu}	0.20% (D6@125)	1624	1540	1686

圧縮強度：想定圧縮強度 と括弧内に試験時の値を示す

4. 実験および解析結果

図-3 に両試験体実験および2Dファイバーモデルによる解析結果を示す。解析に使用した材料特性値は材料試験結果からの値とした。なお、図中の完成時（解析値）とは建設当時の既設部コンクリートの強度低下がない状態を表し、重ね梁（解析値）とは補強後に既設部と巻立部が一体化していない状態を表す。解析値を比較すると、case1 は完成時より曲げ耐力が低下した。

case1 の実験では、965kNm 時に圧縮縁コンクリートひずみが 3500 μ に達し、圧壊した。完成時と比較して曲げ耐力が低下することが確認された。これより、コンクリート圧縮強度が低下した場合には、

圧縮破壊先行型の破壊形態に移行し、曲げ耐力が低下すると考えられる。実験の耐力が解析値 1058kN より低下した要因は、PC 鋼材とグラウトとの付着切れによるものと推察される。解析で降伏する結果が得られた3段中上2段の PC 鋼棒は降伏しなかった。

case2 は、1540kNm 時に既設部の上段 PC 鋼棒が降伏し、それと同時に巻立部の圧縮縁側面にひび割れが発生し、圧壊した。本試験体の曲げ耐力 1540kNm は、case1 の 1.6 倍（解析値 1.5 倍）となったことから、本方法は十分な補強効果を有していると考えられる。実験値が解析値 1624kN より耐力が低下した要因は、case1 同様グラウトとの付着切れによるものと推察される。解析では破壊時に全 PC 鋼棒が降伏していたのに対し、実験では3段中1段目 PC 鋼棒のみの降伏であった。case1 では PC 鋼棒が全く降伏しなかったのに対し、本試験体では上段 PC 鋼棒に降伏が確認されたことから、鋼材降伏先行型に回復させることが可能であると考えられる。

case2 の実験の最大値は 1686kNm であり、重ね梁の解析結果 1345kN を大きく上回った。また、既設部と巻立部を一体とした解析値の曲げ耐力とほぼ一致したことから、配置したずれ止め鉄筋量は最大値までせん断力を伝達しており、その量の妥当性が確認された。また、適切なずれ止め鉄筋量を配置すれば、本補強を施した梁の曲げ耐力は、ひずみの平面保持則に基づく従来の曲げ耐力算定方法¹⁾で求めることができると考えられる。

解析と実験の変位は引張鉄筋降伏まで一致していたが、それ以降の変位は実験値が大きい。その要因として、PC 鋼材とグラウトとの付着切れ、部分的な接合界面のずれなどが考えられる。

5. まとめ

- ① PC 鋼材が多段配置された PC 梁の軸方向圧縮強度が低下した場合には、破壊形態が圧縮破壊先行型に移行し、曲げ耐力が低下する可能性がある。
- ② 本補強方法では、適切にずれ止め鉄筋量を配置することにより、鋼材降伏先行型の破壊形態に回復させることが可能であり、十分な補強効果を有していることが確認された。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書Ⅲ，2002.3

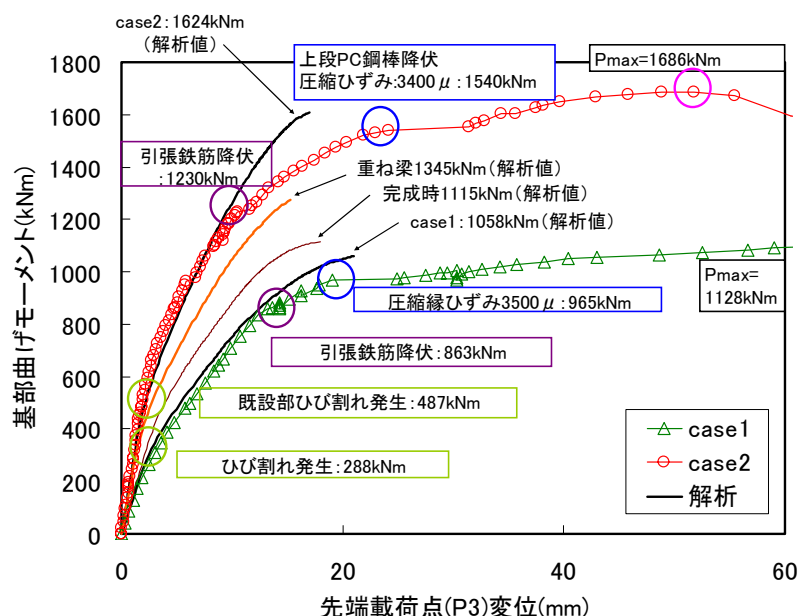


図-3 実験および解析結果