

アンボンド PCaPC 梁の補修補強

白井 佑樹* 島崎 和司**

Repair and Reinforcement of Unbonded PCaPC Beams

Yuki SHIRAI* Kazushi SHIMAZAKI**

1. 緒言

アンボンドプレストレストコンクリート梁(以下UBPC梁)は長寿命建築に適した構造とされている一方、耐力が低くエネルギー吸収能力が低いことから変形が大きくなる可能性があることが問題となる場合がある。そこでこれまでに、梁の端部に対震機構として鉄筋の軸降伏を利用したダンパーを適用した際の性能や多数回繰り返し載荷を行った場合の性能を検討した¹⁾²⁾。今後UBPC梁の長期間の供用を考慮した際、地震が発生し端部のひび割れや圧壊が発生することが十分考えられ、補修を行うことを考える必要がある。

そこで本研究では、UBPC梁が損傷後にも使用するために補修、補強を行うことを想定し、ダンパーによる補強と梁の損傷区分に応じた補修を行った試験体の性能評価を目的とした実験を行った。

2. 実験概要

試験体一覧を表1に、UBPC梁の材料特性を表2に、ダンパーの材料特性を表3に示す。試験体パラメータは補修、補強方法の違いとし、載荷前軸力とコンクリート強度以外はすべて同じ条件とした。ダンパーは異形鉄筋の芯鉄筋と一部をねじに加工した端部鉄筋を摩擦圧接した芯材を、デボン処理を行い鋼管とモルタルで拘束した。試験体1は、変形角 $R=1/67$ まで経験し生じた端部の曲げひび割れにエポキシ樹脂を注入した。試験体2は、変形角 $R=1/25$ まで経験したので端部が圧壊・剥落しコアコンクリートも損傷しており、主筋の一部が座屈していた。そのため端部の損傷している部分を約30cmはつり、座屈している鉄筋に添え筋を添えコンクリートを打設した。試験体3は、変形角 $R=1/100$ まで経験し損傷が端部の曲げひび割れのための UBPC 梁に、あと施工アンカーを用いてダンパー接続用の治具を接合しダンパーによる補強を行い、ひび割れにはエポキシ樹脂を注入した。いずれの試験体も補修を行う際に軸力を抜いて施工を行った。

加力装置図を図1に示す。試験体は片持ち梁形式とし、加力サイクルは部材変形角 $R=\pm 1/800, \pm 1/400, \pm 1/200, \pm 1/133, \pm 1/100, \pm 1/67, \pm 1/50$ を各3回、 $R=\pm 1/33, \pm 1/25$ を各1回とした。

表1 試験体詳細

	試験体1	試験体2	試験体3
断面 (mm)	220×400		
試験体区間長さ (mm)	1737		
せん断スパン比	3.5		
軸方向筋	SD295 4-D13		
せん断補強筋	SD295 □-D6@90		
せん断補強筋比	0.32		
PC鋼棒	C種1号 2-φ32		
載荷前軸力 (kN)	1048	1062	1042
補修・補強方法	ひび割れ注入工法	断面修復工法	ひび割れ注入工法 ダンパー補強

表2 材料特性

	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	コンクリート 引張割裂強度 (N/mm ²)	目地モルタル 圧縮強度 (N/mm ²)
試験体1	57.4	3.23	107
試験体2	50.7	3.51	123
試験体3	59.1	3.16	85
鉄筋	種類	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
主筋	D13/SD295	363	512
添え筋	D13/SD295	357	484
せん断補強筋	D6/SD295	367	497

表3 ダンパー詳細

鋼管	STK400(厚さ3.2mm)		
モルタル	モルタル種類	トータツモルタル	
	圧縮強度(N/mm ²)	107	
鉄筋	種類	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
芯鉄筋	D19/SD345	371	580
端部鉄筋	D29/SD490	525	681

3. 実験結果・考察

図2にひび割れ注入工法を用いて補修を行った試験体1の水平力－変形角関係を示す。耐力・剛性の回復はせず、補修前の $R=\pm 1/67$ サイクルに沿って水平力－変形角関係が確認できた。変形角 $R=1/200$ のサイクルから目地部付近に小さなひび割れが確認できた

*助教 建築学部建築学科

Assist. Professor, Dept. of Architecture and Building Engineering

**教授 建築学部建築学科

Professor, Dept. of Architecture and Building Engineering

が $R=1/100$ のサイクルまで大きな変化は見られなかった。変形角 $R=1/67$ のサイクルで目地部付近のひび割れが進行し、ダンパーが破断した。また、変形角 $R=1/50$ のサイクルで目地部付近コンクリートの圧壊・剥離、最終的に試験体東西面の目地部付近の被りコンクリートの大部分が剥離した。

図3に断面修復工法により補修を行った試験体2の水平力-変形角関係を示す。変形角の小さい状態では耐力・剛性が回復した。変形角 $R=1/100$ のサイクルで目地部付近にひび割れ・コンクリートの浮きを確認した。その後損傷が進み、変形角 $R=1/67$ のサイクルで目地部付近のコンクリートの剥離、変形角 $R=1/50$ のサイクルで目地部付近からダンパー取り付け部付近までの被りコンクリートの大部分が剥離した。これは補修前に主筋が座屈し、コアコンクリートが損傷していた為であり、また添え筋についても配筋が不十分であったと考える。

図4に試験体3の水平力-変形角関係を示す。ダンパー補強による耐力の増大が確認できた。変形角 $R=1/100$ のサイクルでダンパー接合部付近に、変形角 $R=1/67$ のサイクルで目地部付近にひび割れが発生した。その後変形角 $R=1/50$ のサイクル以降各ひび割れが進行し、目地部付近のひび割れはコンクリートの圧壊・剥離まで進展した。ダンパー接合部付近に発生したひび割れは接着系あと施工アンカーの許容引張耐力を超えたことに加え、せん断力が加わったためだと考えられる。

図5に等価減衰定数によるエネルギー吸収能力の比較を示す。試験体1は補修前に比べ補修後はエネルギー吸収能力が低くなった。ひび割れ注入工法だけではエネルギー吸収能力は回復しないと考えられる。試験体2は補修前に比べ補修後のエネルギー吸収能力が上昇した。断面修復工法はエネルギー吸収能力の回復に貢献すると考えられる。試験体3はダンパーが元から接合可能である試験体1,2の補修前と比べると同等のエネルギー吸収能力を示した。以上から、あと施工アンカーによるダンパーの補強は効果的であると考えられる。

4. 結言

本研究により以下の知見を得た。

- ・ひび割れ注入工法は剛性や耐力、エネルギー吸収能力の回復はしないが損傷の進行防止に効果的である。
- ・断面修復工法は変形角が $R=1/133$ 以内であれば剛性や耐力、エネルギー吸収能力の回復に効果が期待できる。
- ・あと施工アンカーによるダンパー補強は効果的である。

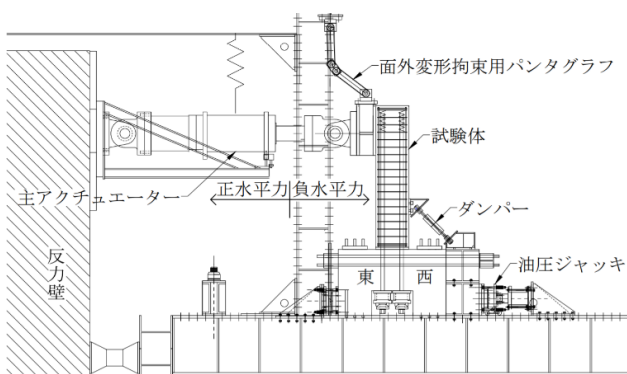


図1 加力装置

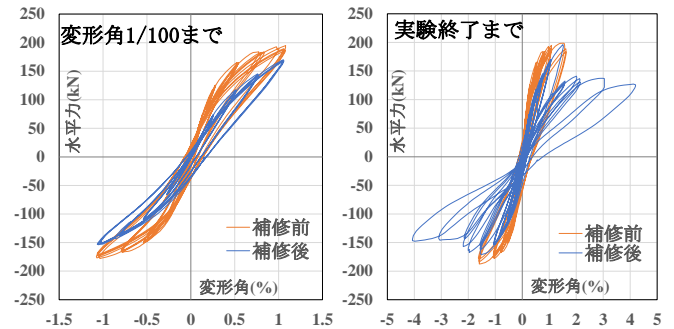


図2 試験体1 水平力-変形角関係

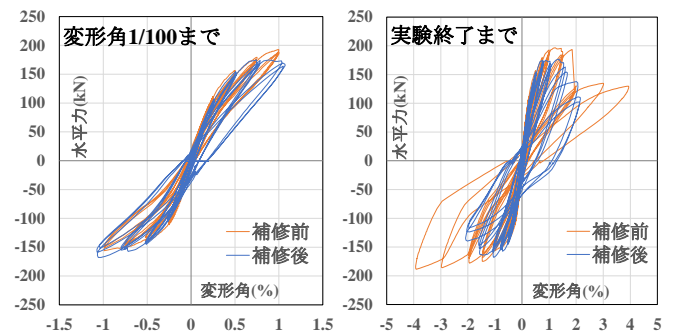


図3 試験体2 水平力-変形角関係

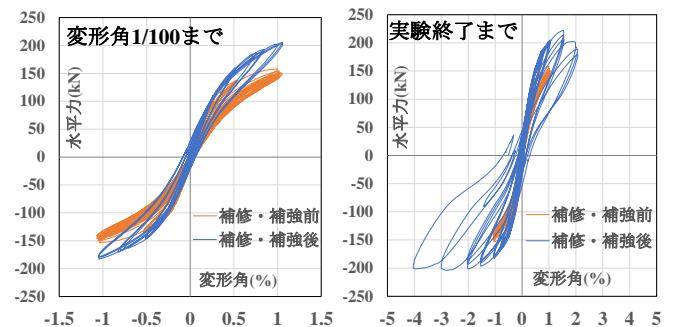


図4 試験体3 水平力-変形角関係

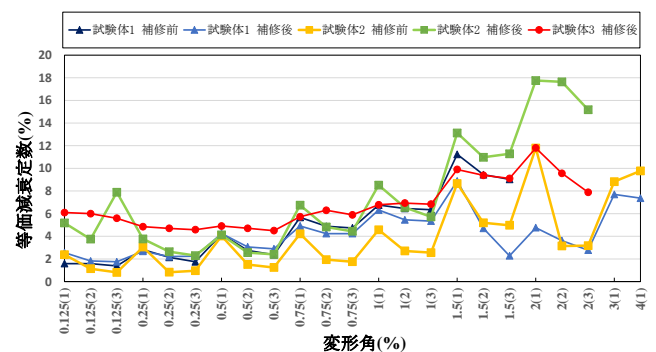


図5 エネルギー吸収能力比較

参考文献

- [1] 白井佑樹ほか, 部材端に軸降伏型履歴ダンパーを適用したアンボンドプレストレストコンクリート梁の性能検証 その1,2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, 801-804 (2019.9).
- [2] 鈴木俊裕ほか, 部材端に軸降伏型履歴ダンパーを適用したアンボンドプレストレストコンクリート梁の性能検証 その3 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, 727-728 (2021.9).