

X 型配筋間柱タイプ制震装置の研究 損傷部補修後の性能評価

正会員 ○ 佐藤 宏貴^{*1}
同 二宮 誠司^{*2}
同 五十嵐 泉^{*3}
同 島崎 和司^{*4}

RC 構造 補修 X 型配筋
制震ダンパー 間柱

1. はじめに

前報¹⁾では、X型配筋を用いた間柱タイプの制震装置が、エネルギー吸収能力に優れ、ダンパーとしての性能を十分に発揮することを報告した。その実験の中で、試験体に生じた損傷が軽微なものであり、容易に修復ができ、エネルギー吸収能力を保持したまま、再度利用できる可能性を示した。本報では、損傷を受けた間柱タイプ制震装置に補修を施し、修復後のダンパーとしての性能確認を、補修方法と共に報告する。

2. 補修方法

補修は、コンクリート充填補修用軽量エポキシ樹脂モルタルを使用した。下地処理として、試験体表面の破損箇所の脆弱部をはつき取り、清掃した後、モルタルを混合し、間柱部分の補修の必要な箇所に充填した。写真 1 に補修前と補修後の比較を示す。クラックの多く入った RC 部材の修復作業と異なり、補修に要する手間は軽微なものであった。充填から一ヶ月経過させた後、前回の载荷によって生じた間柱部分とスタブ間にある上下のゴム部分の隙間に、シリコン系弾性シーリング材を注入した。実用性を考慮し、弾塑性や耐久性に優れ、硬化の早いものを使用した。この作業によって、隙間への異物の進入を防ぎ、試験体とスタブ間の弾性を確保する。

3. 実験概要

3.1 試験体

試験体は実寸大とし、柱断面 200mm×400mm、内法高さ 800mm とする。試験体詳細を図 1、表 1 に、材料の性質を表 2 に示す。オリジナルの試験体では、間柱部分の上下端部に、水平変形時の幾何学的な軸伸びを吸収するために、断面積と同面積で厚さ 10mm のゴムが入っている。前回の加力で生じた隙間部分(約 10mm)には、補修方法で述べたシーリング材が注入されている。

3.2 载荷方法

図 2 に示す加力装置を用い、試験体に逆対称モーメントを与え、正負交番繰返し载荷を行う。今回の実験では梁を柔とみなし、軸方向の伸びを拘束されない間柱を想定するため、軸方向の伸びを自由にしながら、両側の変位差を 0 に保つよう载荷を行う。加力サイクルは、変形角を増加させながら試験体部分の部材角 R=1/400 から R=1/40 のサイクルまで、1 回ずつ正負交互に繰返し加力する。

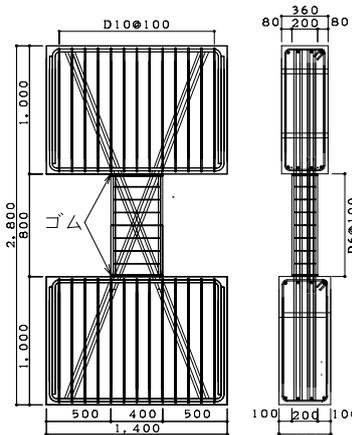


図1 試験体概要

表1 試験体一覧

試験体	No. 1, 2	
断面		
b × D (mm)	200 × 400	
σ _c (N/mm ²)	40	
X 型筋	鉄筋	4-D19 De-bond
	σ _y (N/mm ²)	393
横補強筋	鉄筋	2-D6@100
	σ _y (N/mm ²)	359
	P _s (%)	0.32
実施年度	2006	

写真1 補修前・補修後

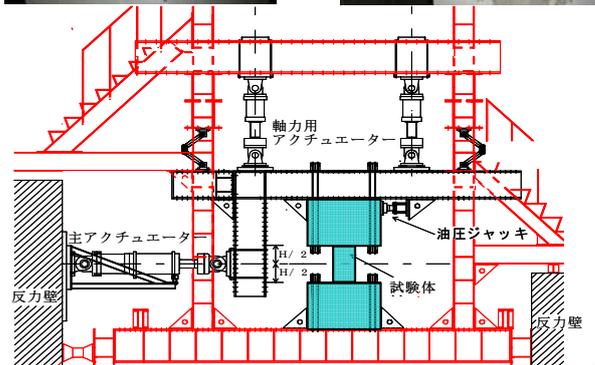


図2 加力装置

表2 材料の性質

	圧縮強度(N/mm ²)	ヤング係数(N/mm ²)
コンクリート強度(N/mm ²)	40	2.83 × 10 ⁴
モルタル強度(N/mm ²)	35	—
鉄筋	降伏強度(N/mm ²)	引張強度(N/mm ²)
D6(SD345)	359	519
D10(SD345)	392	593
D19(SD345)	393	574

4. 実験結果

4.1 ひび割れ状況

写真 2 に R=1/100 時の試験体状況を示す。前回の試験同様 R=1/67 時まで、端部のコンクリートとシーリング材を注入した箇所に隙間ができるだけで、ひび割れやコンクリートの剥落は全く見られなかった。写真 3 に R=1/40 を終えた試験体の最終状況を示す。上部の補修モルタル付近とコンクリート部分に軽微な剥落が生じた。これは部材角が大きくなり、間柱部分コンクリートに圧縮力が伝わったためと考えられる。しかし破壊は軽微なもので、耐力への影響はなかった。

4.2 水平力-水平変位関係

図 3 に水平力-水平変位関係を前回の結果と併せて示す。X型筋をトラスとみなした時の降伏耐力と降伏変形から求まる復元力に、試験体端部鉄筋の抜け出し量を考慮した計算値²⁾も併せて示した。前回は、端部のゴムが圧縮側でコンクリートに効いていたと考えられ、計算値よりも高い剛性を示したが、今回は補修後の実験であるため、剛性が計算値より若干低くなったと考えられる。補修後の実験においても、R=1/40 時まで耐力の低下は起きず、安定した紡錘形の履歴曲線を示し、前回と同等の性能を確保している。

4.3 軸伸び量の比較

図 4 に前回の残留軸伸び量と、補修後の各サイクルの最大軸伸び量の比較を示す。前回の実験では R=1/20 まで載荷を行い、加力を終えた後、約 9mm の軸伸びが残留した。今回の結果では、R=1/40 時の軸伸びの最大値が約 1.3mm となり、軸伸び量は低減した。これは、残留軸伸びによって生じた隙間が、今回の実験での軸伸びを吸収したためと考えられる。

4.4 等価粘性減衰定数の比較

図 5 に等価粘性減衰定数の比較を示す。R=1/100 時まで、補修前の試験体と同等の減衰性能を保持している。R=1/67 以降は若干の低下が見られるが、層間変形角で 1/100 に相当する R=1/40 時でも 25%以上を維持し、補修を施した試験体でも、制震部材としての性能を十分に発揮していると言える。

5. まとめ

試験体補修後も、補修前と同等の性能を保ち、制震ダンパーとしての性能を維持することを示した。補修は、損傷部へのモルタル充填と隙間への弾性材の注入のみで、手間がかからず修復性に優れている。地震による損傷後も取替えの必要がなく、容易な補修によって性能を維持できるため、実用性に富んだ制震ダンパーと言える。

<参考文献>

- 1) 二宮ほか：X型配筋間柱タイプ制震装置の研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、2007年
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解説、日本建築学会、p129、2004

*1 株式会社 ジャスト

*2 神奈川大学 工学研究科 建築学専攻 大学院生

*3 神奈川大学 工学部 建築学科 主任技術員

*4 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

写真 2 R=1/100 時の試験体状況



写真 3 R=1/40 後の試験体状況

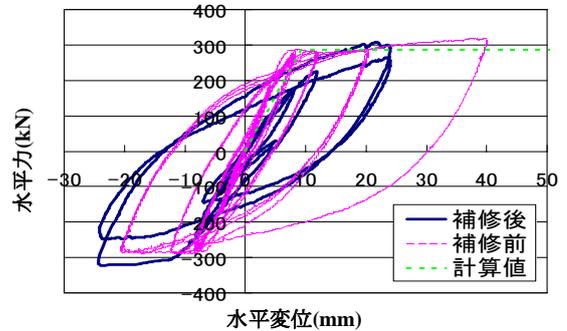


図 3 水平力-水平変位関係

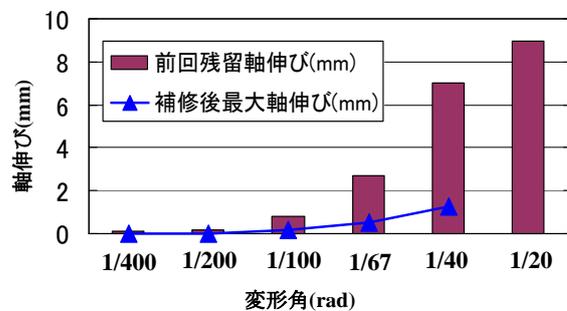


図 4 軸伸び量の比較

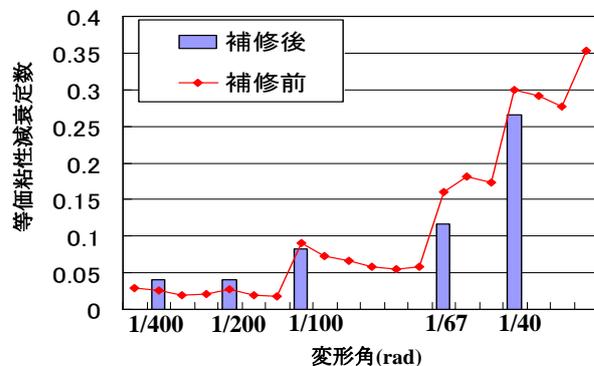


図 5 等価粘性減衰定数の比較

Just Corporation.

Graduate Student, Kanagawa University.

Chief Technician, Kanagawa University.

Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.