

低降伏点鋼を用いた境界梁ダンパーの研究
(その1 実験計画・静的加力実験)

鉄筋コンクリート構造 損傷制御設計
境界梁 低降伏点鋼 根巻型接合部

正会員 ○黒瀬 行信*1 同 戸沢 正美*2
同 佐藤 宏貴*3 同 島崎 和司*4

1. はじめに

本報告は地震応答の低減を目的とした境界梁ダンパー部材に関するものである。本境界梁ダンパーは RC 造コア壁間の境界梁の一部に低降伏点鋼を組み込んだものであり、部材性能、施工性、修復性を考慮したより実用的な部材開発を目的とする。

その 1 では実験計画および実験結果の概要を報告する。

2. 試験体

試験体形状寸法を図 1 に示す。試験体は低降伏点鋼を用いたダンパーを中央に組み込んだ境界梁と、耐震壁部を取り出したものである。サイズは実際の約 1/2、ダンパー両端は根巻型の接合部になっており、ダンパー部鉄骨ウェブの低降伏点鋼のせん断降伏によりエネルギーを吸収させるため、根巻部の固定度が重要となる。本境界梁ダンパーは中地震程度からエネルギー吸収するという想定に基づき設計した。

各試験体ダンパー部形状を図 2 に、試験体一覧を表 1 に示す。パラメータは、鉄骨埋め込み長さ、アンカーボルトおよびベースプレートの有無とした。ダンパー部ウェブ形状、根巻形状、根巻部主筋、根巻部せん断補強筋、中子筋、腹筋は全試験体共通とした。ただし No.4 試験体の鉄骨フランジは、アンカーボルトの必要耐力上、断面を大きくしている。試験体の鉄骨部は鋼プレートを溶接により組み立て、アンカーボルトはスタッド溶接により取り付けした。使用材料の機械的性質を表 2 に示す。

根巻コンクリートによる鉄骨の拘束度は、No.1→No.2→No.3→No.4 の順に小さくなると考えられる。

3. 加力方法

加力装置を図 3 に示す。試験体は 90° 回転して加力装置に取り付け、試験体中央高さにとりつけた主アクチュエーター

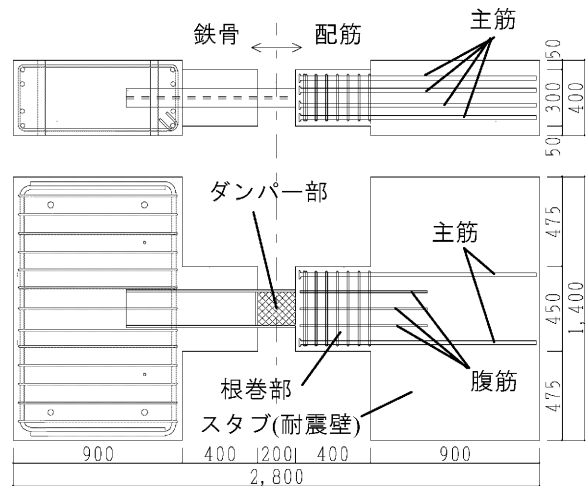


図 1 試験体形状寸法

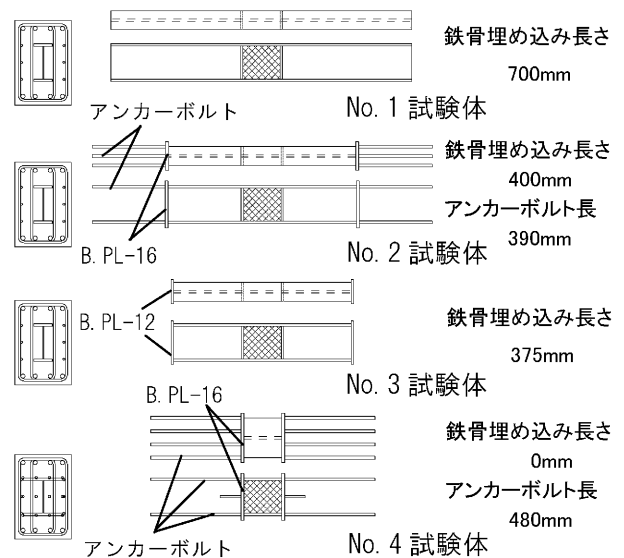


図 2 各試験体ダンパー部形状

表 1 試験体一覧

試験体	鉄骨・ダンパー部形状 (SS400)	ベースプレート (SS400)	アンカーボルト (SD345)	根巻形状 (mm)	ダンパーウェブ寸法 (SLY225)	主筋 (SD490)	せん断補強筋 中子筋 (SPR785)	腹筋 (SD295A)
No.1		-	-	450×300	PL-12×176	8-D22	D10-@57	6-D10
No.2	H-200×100×12×12	B.PL-16	6-D13					
No.3		B.PL-12	-					
No.4	H-200×210×12×12	B.PL-16	12-D16					

表 2 使用材料の機械的性質

コンクリート	Fc45(N/mm ²)	鋼材	SS400	SS400	SLY225	SD490	SPR785	SD345
			PL-16	PL-12	PL-12	D22	D10	D16
圧縮強度 (N/mm ²)	52	降伏強度 (N/mm ²)	281	287	219	537	861	446
引張強度 (N/mm ²)	3.7	引張強度 (N/mm ²)	447	448	319	699	1024	546
ヤング係数 (×10 ⁴ N/mm ²)	3.33	ヤング係数 (×10 ⁴ N/mm ²)	21.0	19.2	19.8	19.6	20.5	19.2

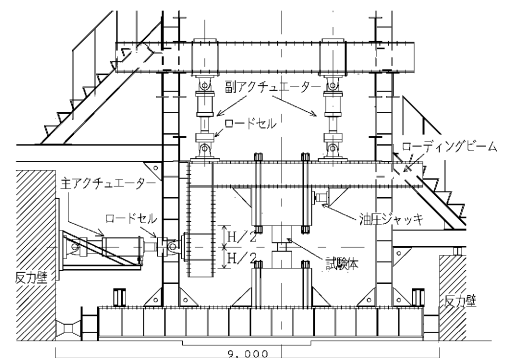


図 3 加力装置

により加力し、スタブ間の水平を保ちながら軸力が加わらないように副アクチュエーターで制御した。加力はスタブ間の水平変位をもとに変位制御で行う正負交番繰返し载荷とした。

加力サイクルは予想ひび割れ荷重、予想ダンパー降伏荷重、および超高層建物を想定した動的解析結果から変形角を設定した。繰返し回数は各3回とし、大地震を想定した弾塑性応答解析での境界梁の応答部材角である $R=1/100$ においては、地震エネルギーを吸収するのに必要な最大振幅時での繰返し回数として6回に設定した。加力サイクルは次の通りである。

1/2000 (1回) → 1/1000 (1回) → 1/400 (3回) → 1/200 (3回) → 1/100 (6回) → 1/50 (3回) → 1/20 (正加力)

4. 計測計画

計測は試験体のスタブ間水平変形、根巻部およびダンパー部の曲げ変形・せん断変形、ダンパー端部の支圧めりこみ変形、ダンパー部拔出しによる回転変形等を分離できるように変位計を取り付けた。また主筋、せん断補強筋、中子筋、アンカーボルト、鉄骨フランジおよびダンパーウェブの各点で歪ゲージにより歪を測定した。

5. 実験結果、考察

写真1にひび割れ状況 ($R=1/100$)、写真2に最終状況を示す。全試験体とも $R=1/2000$ で根巻部曲げひび割れ、 $R=1/400$ で根巻部せん断ひび割れ、ダンパーウェブの降伏を確認した。試験体 No.1 は根巻部せん断ひび割れが多く、No.3 試験体はそれに比べ根巻端部の曲げひび割れ幅の伸張が顕著であった。No.2 試験体は他の試験体に比べせん断ひび割れが少なく、曲げひび割れ幅も No.1 試験体に次いで少なかった。No.4 試験体はアンカーボルトの付着劣化によるひび割れ、ダンパー部の引き抜き、ダンパー端部の支圧による変形が大きく、最終的にはアンカーボルト、せん断補強筋の降伏によりダンパー部の変形が元に戻らなくなった。No.1~No.3 試験体は根巻部のひび割れを補修することで再利用可能と考えられる。

図4に示す荷重-水平変形関係では全試験体ともに鋼と同等な履歴を描いており、十分なエネルギー吸収能力を有すると考えられる。No.1・No.2→No.3→No.4 試験体の順番に、荷重0付近でスリップ性状が大きくなっている。

6. まとめ

ダンパー部が先行して降伏することで十分なエネルギー吸収能力を発揮することが確認できた。また、鉄骨端部のディテールの相違による性状の差が明らかとなった。

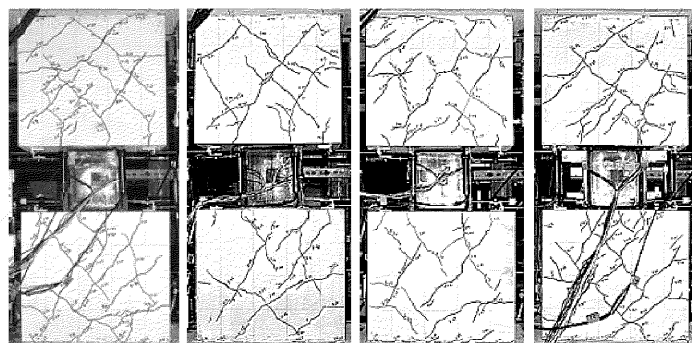


写真1 ひび割れ状況 ($R=1/100$)

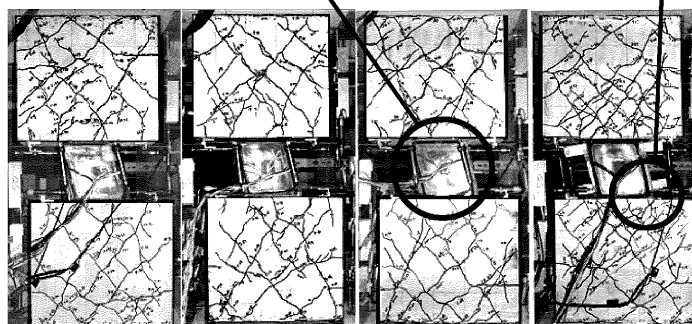


写真2 最終状況 ($R=1/20$)

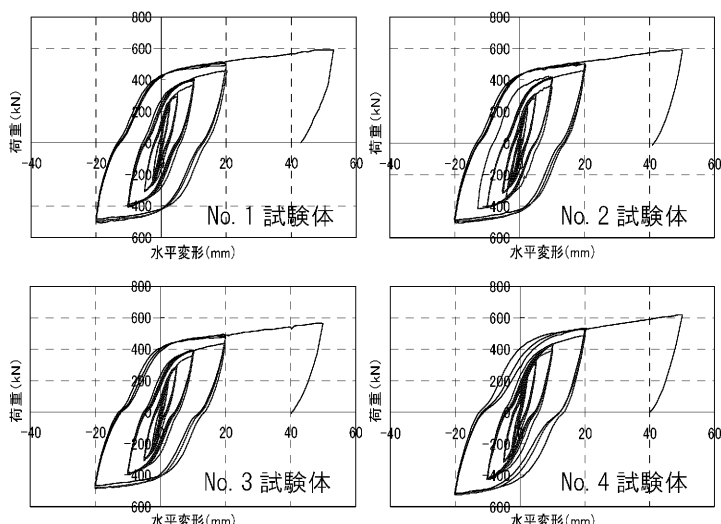


図4 荷重-水平変形関係

本研究の一部は、文部科学省学術フロンティア・横浜市産学共同研究総合プロジェクト「地震・台風災害の制御・低減に関する研究 (TEDCOM)」によるものである。本実験の実施にあたり神奈川大学・教務技術主任五十嵐泉氏・卒論生の坂上教夫、牧健太郎、桜井義晃、黒木洋一、蓑島正倫、中村陽介君の協力を得ました。ここに関係者各位に感謝します。

*1 清水建設(株)設計本部 副部長 博士(工学)
 *2 清水建設(株)設計本部
 *3 神奈川大学 工学部建築学科 大学院生
 *4 神奈川大学 工学部建築学科 助教授 博士(工学)

Deputy General Manager, Design Division, Shimizu Corporation, Dr. Eng.
 Design Division, Shimizu Corporation
 Graduate Student, Kanagawa University
 Associate professor, Kanagawa University, Dr. Eng.