

BiD フレーム工法適用建物の粘弾性ダンパー部温度計測結果

高井 茂光* 山崎 康雄**
Shigemitsu Takai Yasuo Ymasaki

1. はじめに

制振補強工法である BiD フレーム工法には粘弾性ダンパーを採用している。その力学的特性には温度依存性があり、設計で意図した性能を発揮するためには、年間を通して粘弾性ダンパー部の温度が想定した範囲にあることが必要である。

本報告では、BiD フレーム工法を適用した共同社宅のダンパーシステム部の温度を年間を通して計測・確認した結果について述べる。

2. BiD フレーム工法の制振機構

(1) ダンパーシステム

本工法のアウトフレーム柱に組み込まれるダンパーシステムを図-1に示す。ダンパーシステムは構造物の振動エネルギーを吸収する粘弾性ダンパーユニットと柱軸力を下部に伝達する軸力伝達機構で構成されている。

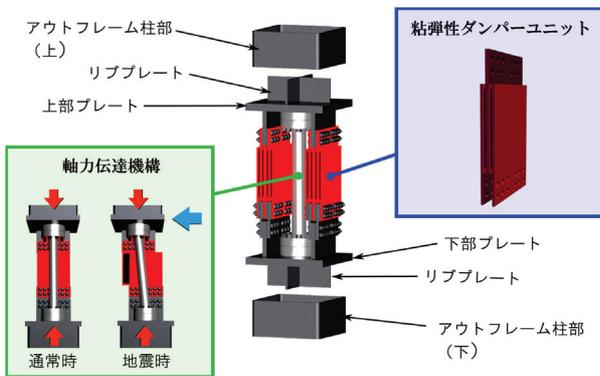


図-1 ダンパーシステムの概要

(2) 粘弾性ダンパーユニット

ダンパーユニットは、図-2に示すようにフランジ鋼板間に粘弾性を挟みこんだもので、それぞれのフランジの相対的なずれによるせん断変形での履歴を伴う抵抗力で、運動エネルギーを吸収するものである。

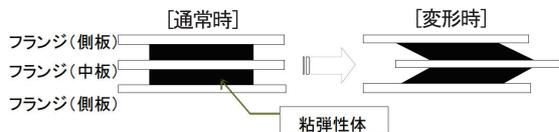


図-2 粘弾性ダンパーの基本原理解説

粘弾性ダンパーの特徴は、微小変形から大きな減衰能を有するため、中小地震によってもたらされる小振幅の振動に対しても効果を発揮することや、大振幅振動での繰返し耐久性も充分であるため、構造物等で長期に利用できることが挙げられる。

粘弾性ダンパーの力学的特性は、一般に振幅、振動数および温度に依存する。中でも温度に対して大きい。BiD フレーム工法の粘弾性ダンパーは、住友ゴム工業製のイソプレンゴム系高減衰ゴム¹⁾であり、その力学的特性の温度依存性は小型試験体による加振実験(歪100%、振動数0.1 Hz)により実測されている。図-3に温度 T = 20℃、T = 40℃のせん断応力-歪みの履歴ループを、表-1に履歴特性値を示す。

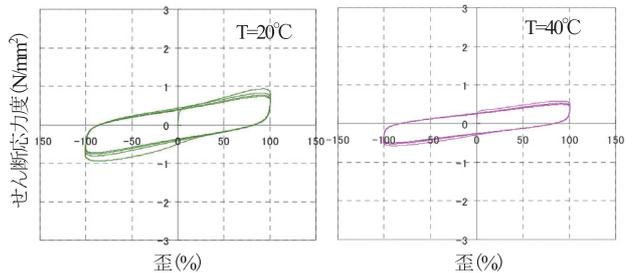


図-3 せん断応力-歪みの履歴ループ

表-1 温度依存試験の履歴特性値

歪み ϵ	(%)	±100					
変位	(mm)	±8					
振動数	(Hz)	0.1					
温度	(°C)	-10	0	10	20 基準	30	40
等価せん断弾性係数 G_{eq}	(N/mm ²)	1.236	0.937	0.748	0.596	0.521	0.410
(変化率)		2.07	1.57	1.25	1.00	0.87	0.69
等価粘性減衰定数 h_{eq}		0.417	0.406	0.400	0.397	0.387	0.391
(変化率)		1.05	1.02	1.01	1.00	0.97	0.98

3. BiD フレーム工法適用建物

(1) 建物概要

BiD フレーム工法を適用した建物は、神奈川県横浜市にあり、旧耐震設計基準での設計で昭和 56 (1981) 年に竣工した鉄筋コンクリート造 6 階建の共同住宅である²⁾。

ダンパーシステムはバルコニー側に 20 基、廊下側に 8 基が配置され、ダンパー部温度が日光により高温にならないよう光反射率の大きな明るい色(色票番号 DN93)のステンレス製カバーで覆った。また、カバーには建物側上下に空気抜け孔(20Φ)を 5 個ずつ設けた。

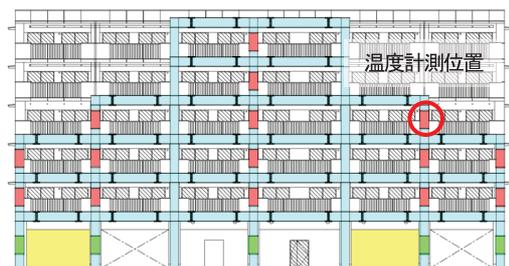


図-4 ダンパーシステム配置(バルコニー・南側)

* 技術研究所建築技術グループ

** 本社建築設計部構造一課

(2) 温度ばらつき考慮の地震応答計算

建設地である横浜市の気温平年値（最高 30.6℃ / 最低 2.3℃）³⁾ より、温度 0℃、20℃、40℃ の粘弾性ダンパー力学特性を解析モデルに組み込み、最大速度値を 50 cm/s に基準化した ELCENTRO-NS 波を入力地震動とした時刻歴応答解析を実施した。図-5 に各層の最大応答層間変形角を示す。なお、設定したクライテリアは 1/125 rad とした。ただし、第 1 層は壁式構造のため 1/500 rad である。

0℃ および 40℃ とも標準値 20℃ の結果と概ね一致し、設計クライテリアを満足した。この範囲の温度変化（ばらつき）は、本構造物への影響が小さいことを確認した。

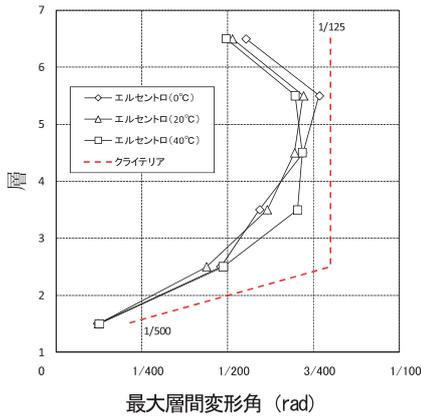


図-5 温度ばらつきによる最大応答層間変形角変動

4. 温度計測

(1) 計測位置および頻度

計測は、南側の日射量が多い図-4の赤丸で示した東寄り3階のダンパーシステムを対象とした。計測部位は図-6に示す7カ所である。センサーには JIS 1[0.4 級] (-40℃ 以上 +125℃ 未満 ±0.5℃) である熱電対を使用し、2013年12月26日～2014年10月30日までの約10ヶ月間、10分間隔で記録した。

(2) 計測結果

図-7に横浜市が2014年の最高気温(35.2℃)を記録した7月25日の温度履歴を示す。この日は⑦外気温も35.3℃と最高気温を記録した。粘弾性ダンパー部の最高温度は③南側で33.2℃(16:00)、⑤北側で32.8℃(16:50)であり、外気温を2℃程度下回った。南側と北側の温度履歴の差は、直射日光で温められた南面のカバーからの放射熱により、南側粘弾性ダンパーが温められた影響と推察される。また、⑥内部気温は最高33.6℃までの上昇に留まっており、ダンパーカバーの効果があつたものと推察する。

次に①上部支持プレートと②上部取付プレートを比較すると、①の方が先に高い温度を記録していることから、アウトフレーム柱部から伝わる熱によるものと推察できるが、粘弾性ダンパーへの影響は小さかった。

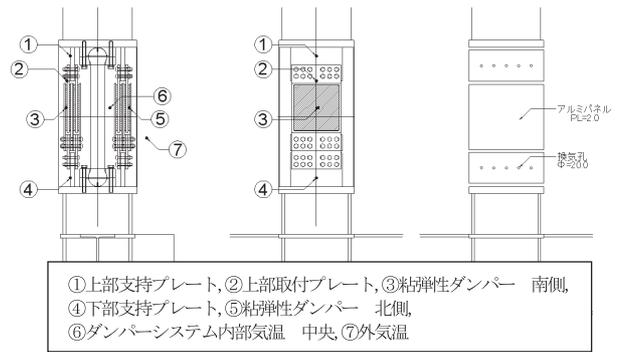


図-6 計測部位とダンパーカバー

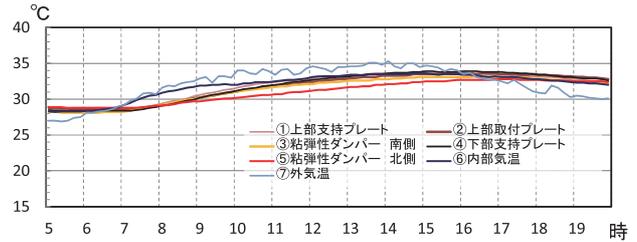


図-7 最高気温を記録した日の温度履歴

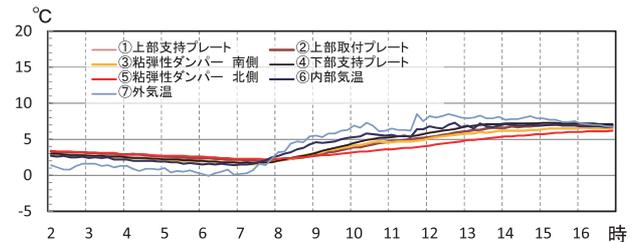


図-8 最低気温を記録した日の温度履歴

図-8に計測期間で⑦外気温が最低(-0.1℃)となった1月16日の温度履歴を示す。粘弾性ダンパー部の最低温度は、③南側で1.5℃(7:20)、⑤北側で2.2℃(7:40)であり、外気温を1～2℃上回った。

5. おわりに

今回の計測結果では、粘弾性ダンパー部の温度はそれぞれ2℃程度、最高気温を下回り、最低温度を上回る記録が得られ、年間を通してばらつき検討を実施した0℃～40℃の範囲にあったことを確認した。

参考文献

- 1) 建築技術性能証明評価概要報告書 イソプレングム系粘弾性体を用いた粘弾性ダンパー、2012年3月、日本建築総合試験所。
- 2) 西松建設技報 VOL.36「BiD フレーム工法による共同住宅の耐震補強」2013年。
- 3) 気象庁 各種データ・資料。
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>