

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	高減衰ゴム系積層ゴムを用いた超高層免震建築物の地震及び風外乱に対する耐久性の検討—その2 累積損傷エネルギーに関する評価—
Title(English)	Study on Damage Estimation of a Super High-Rise Seismic Isolated Building using High-Damping Rubber Bearings under Earthquakes and Wind Excitations. - Part2 Cumulated Damage Energy Estimation -
著者(和文)	竹内貞光, 土橋健治, 神田亮, 山下忠道, 扇谷匠己, 佐藤大樹, 犬伏徹志
Authors(English)	Sadamitsu TAKEUCHI, Makoto kanda, Tadamichi Yamashita, Narumi OUGIYA, Daiki Sato, Tetsushi INUBUSHI
出典(和文)	日本大学生産工学部第48回学術講演会講演概要, , , P13-16
Citation(English)	, , , P13-16
発行日 / Pub. date	2015, 12

高減衰ゴム系積層ゴムを用いた超高層免震建築物の地震及び風外乱に対する耐久性の検討

－その2 累積損傷エネルギーに関する評価－

(株)ブリヂストン ○竹内 貞光 日大生産工(学部) 土橋 健治 日大生産工 神田 亮
 ダイナミックコントロールデザインオフィス 山下 忠道 (株)長谷工コーポレーション 扇谷 匠己
 東京工業大・建築物理研究センター 佐藤 大樹 神奈川大・工学 犬伏 徹志

1. 序論

その1では、解析に用いた超高層免震建築物の概要、高減衰ゴム系積層ゴムの解析モデル、検討をおこなった地震および風外乱について示した。その2では時刻歴応答解析結果および累積損傷エネルギーに関する検討を行う。

2. 時刻歴応答解析結果

2.1 地震外乱による応答結果

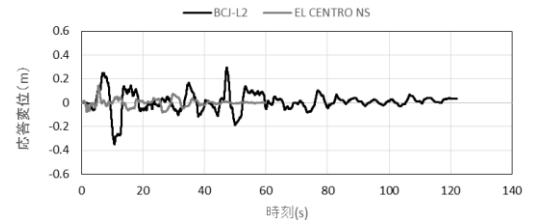
図1(a)~(e)に免震層の応答変位の時刻歴を示す。図2に免震層のせん断力-変位関係を示す。

El Centro NS波とBCJ-L2の最大応答変位はそれぞれ0.14m, 0.349mで、大きな振幅が1~3回程度繰り返される。長時間・長周期地震AIC003, KGIN, OSKH02, SZO024の最大応答変位はそれぞれ, aveで0.142m, 0.260m, 0.444m, 0.136m, $+\sigma$ で0.304m, 0.485m, 0.575m, 0.259mで、大きな振幅が断続的に多数回繰り返される。

2.2 風外乱による応答結果

図3に免震層のLevel2相当波形と台風波形による応答変位の時刻歴を示す。図4に免震層のせん断力-変位関係を示す。Level2相当波形の最大変位は、X方向(風方向)とY方向(風直交方向)で大きな差はないが、振幅は風外乱の変動成分の大きいY方向の方が大きくなっている。X方向(風方向)では、風外乱の平均成分の影響により水平クリープが生じている。

台風波形の最大変位は、X方向とY方向で大きな差はなく、X方向、Y方向ともに風方向となったときに生じている。風外乱の平均成分の影響で水平クリープが生じて変形が大きくなっている。最大せん断力は、X方向、Y方向ともに風外乱の変動成分が大きくなる風直交方向となったときに生じている。Level2相当波形と台風波形を比べると最大せん断力および最大変位に大きな差はない。図2の地震用解析モデルのせん断力-変位関係と図4の風用解析モデルのせん断力-変位関係を比較すると風用解析モデル



(a) EL CENTRO NS 波, BCJ-L2

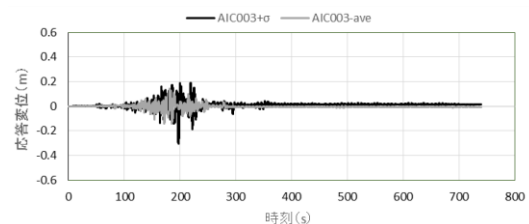
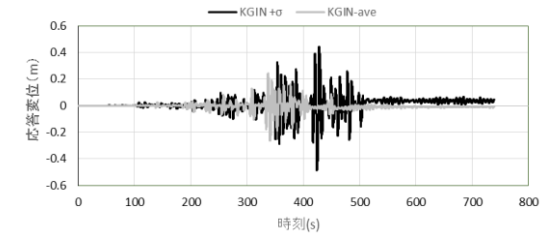
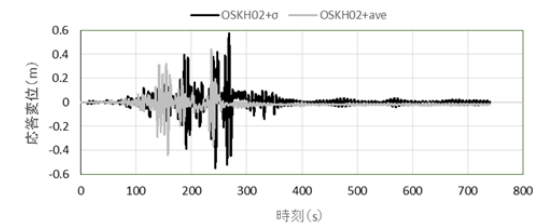
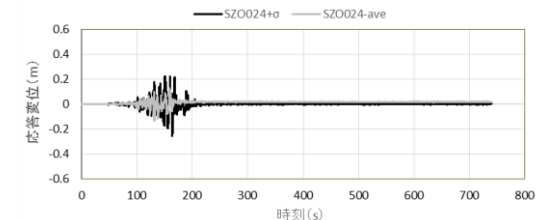
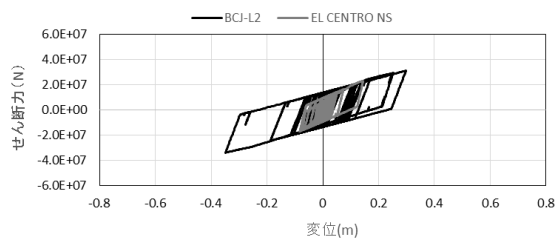
(b) AIC003 ave, $+\sigma$ (c) KGIN ave, $+\sigma$ (d) OSKH02 ave, $+\sigma$ (e) SZO024 ave, $+\sigma$

図1 応答変位の時刻歴

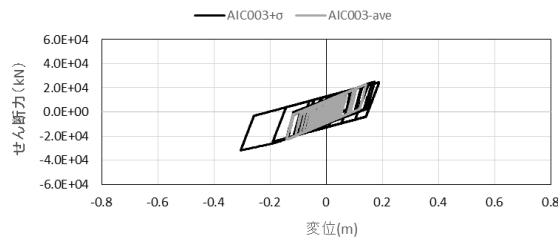
Study on Damage Estimation of a Super High-Rise Seismic Isolated Building using High-Damping Rubber Bearings under Earthquakes and Wind Excitations.

－ Part2 Cumulated Damage Energy Estimation －

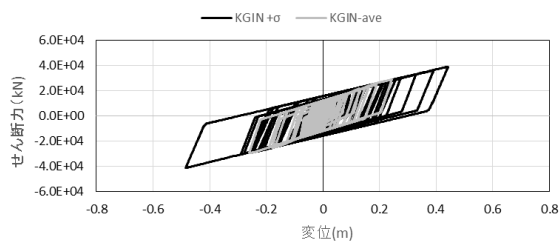
Sadamitsu TAKEUCHI, Kenji DOBASHI, Makoto KANDA, Tadamichi YAMASHITA,
 Narumi OUGIYA, Daiki SATO and Tetsushi INUBUSHI



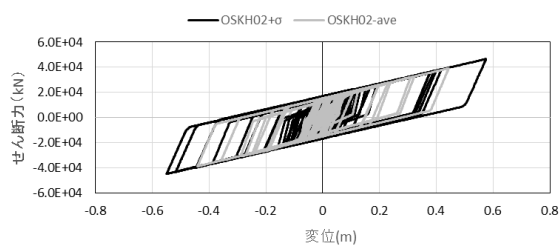
(a) EL CENTRO NS, BCJ-L2



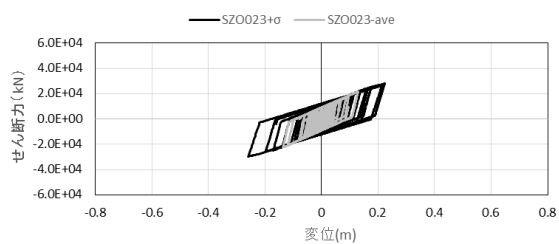
(b) AIC003 ave, $+\sigma$



(c) KGIN ave, $+\sigma$

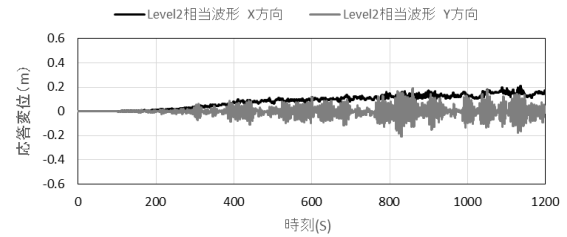


(d) OSKH02 ave, $+\sigma$

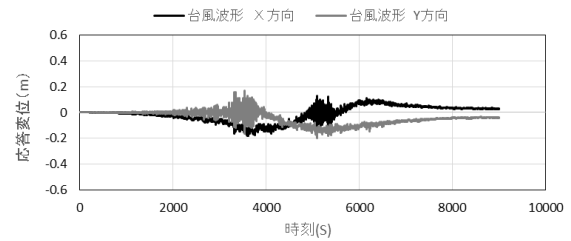


(e) SZ0024 ave, $+\sigma$

図2 せん断力-変位関係

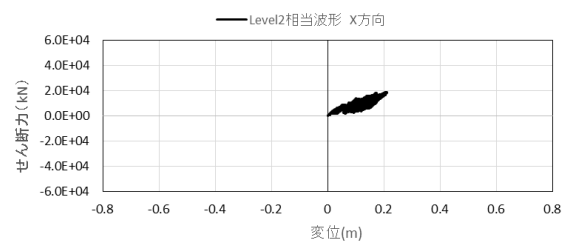


(a) Level2 相当波形

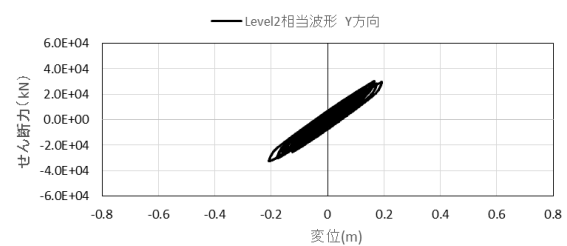


(b) 台風波形

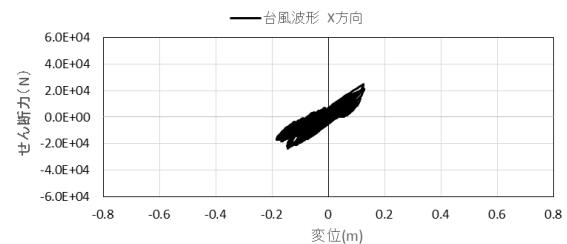
図3 応答変位の時刻歴



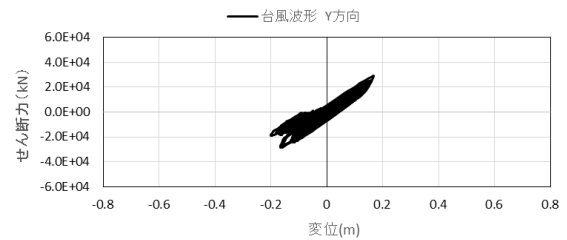
(a) Level2 相当波形 X 方向



(b) Level2 相当波形 Y 方向



(c) 台風波形 X 方向



(d) 台風波形 Y 方向

図4 せん断力-変位関係

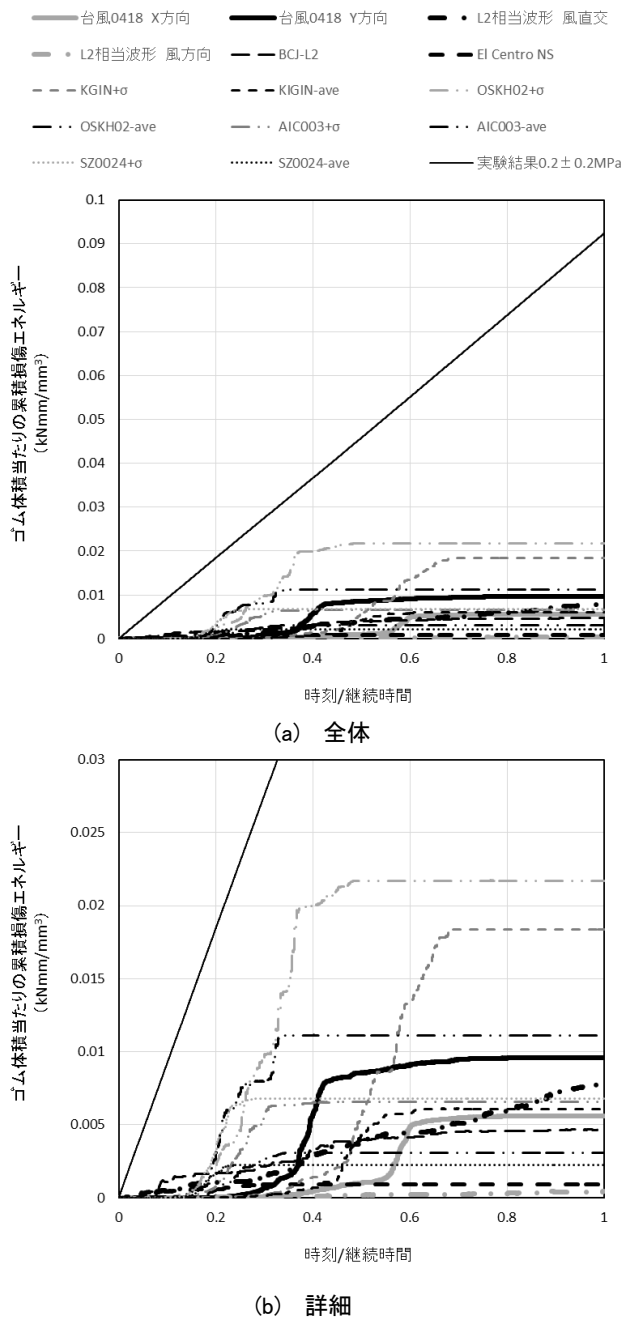


図7 ゴム体積あたりの累積損傷エネルギーと時刻/継続時間の関係

ギーは約 22 倍大きくなっている。Level2 相当波形 (Y 方向) と台風波形 (Y 方向) とを比較すると、台風波形 (Y 方向) の方が全累積損傷エネルギーは約 1.2 倍とさほど差がない。Level 2 相当波形と台風波形の全累積損傷エネルギーはさほど差がないため、免震部材の損傷評価を行う場合、Level2 相当波形と台風波形による評価を十分比較・検討することが望ましい。

既往地震動 EL Centro NS 波の全累積損傷エネルギーは、台風波形 (Y 方向) の約 1/10、BCJ-L2 の全累積損傷エネルギーは、台風波形 (Y 方向) の約

1/2 倍となっている。これより、通常の地震動に比べて台風波形の全累積損傷エネルギーは大きいといえる。長時間・長周期地震動と台風波形とを比べると、長時間・長周期地震動の ave の全累積損傷エネルギーは、やや小さいかほぼ同等、+σ は地震動によっては大きいものがある。これより、台風波形は、継続時間が非常に長いいため全累積損傷エネルギーが大きくなり、長時間・長周期地震動と同等以上となることもあるので免震部材の損傷評価については、長時間・長周期地震動と同様に十分な注意が必要である。

3.1 節に示す試験結果と地震外乱および風外乱の解析結果とを比較すると図 7(a)に示す通り、全累積損傷エネルギーの一番大きかった OSKH02+σ に対して試験結果は 4 倍以上の値となっている。このことから、1 イベントに発生する地震および風外乱に関して今回用いた HDR の累積損傷は十分安全性を有していることが確認できた。

5.まとめ

超高層免震建築物の地震および風外乱による損傷評価に関して、累積損傷エネルギーによる評価を行った結果以下となった。

- ・地震外乱に関して、長時間・長周期地震動による全累積損傷エネルギーは、既往の地震動 EL Centro NS 波に比べて 2.4 倍～23 倍と非常に大きいことが確認できる。これより、免震部材の応答評価だけでなく、損傷評価についても十分な検討が求められる。
- ・風外乱に関して、変動成分の影響により全累積損傷エネルギーは大きくなる。Level2 相当波形と台風波形と比べると応答変位に大きな差異はなかったが、全累積損傷エネルギーは台風波形の方がやや大きくなる。これは長時間の繰り返しによる影響が大きい。風外乱による免震部材の損傷評価を行う場合は Level2 相当波形と台風波形による評価を十分比較・検討することが望ましい。

- ・地震と風外乱を比較すると、既往の地震動 EL Centro NS 波や BCJ L-2 より風外乱の全累積損傷エネルギーは大きい。長時間・長周期地震動と比べても同等以上の結果であり、風外乱による累積損傷エネルギーへの影響は大きいものであることが確認できる。

- ・本解析と HDR の実試験体の繰り返し試験で得られた全累積損傷エネルギーとを比較すると、HDR の耐久性は高く問題のないことが確認できた。1 イベントに発生する地震および風外乱に対して今回用いた HDR の累積損傷は十分安全性を有していることが確認できた。