

工学院大学新宿校舎の制震補強に関する研究

D1-05031 鍛冶貴義

1.はじめに

首都圏では大地震が起きる危険性があり、その対策が急務となっている。中でも、首都圏直下型地震、東海地震の対策が必要である。本研究では工学院大学大学棟（高層棟をのみを指す。）を対象とし、制震補強を検討していきたい。超高層の制震補強の実例はまだ少ないが本校がその一つとなるよう検討したい。

解析には立体フレームモデルを使用する。まず補強前のモデルの地震応答解析を行い、その結果から制震補強の検討をする。そして補強後のモデルの地震応答解析から制震装置有無の比較を行い、現実的な制震補強の提案をする。解析ソフトは、構造システムの任意形状立体フレーム弾塑性解析プログラム SNAP Ver.4 を使用する。

2.立体フレームモデルの概要

解析に必要な大学棟の立体フレームモデルは弾塑性モデル¹⁾を使用する。弾塑性モデルの概要は柱を MS モデル²⁾、ブレース、梁は材端バネモデル²⁾と評価している。

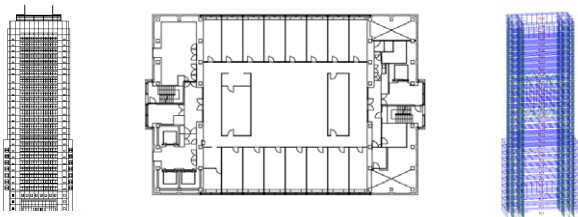


図 1 左から：立面図 基準階伏図 立体フレームモデル

続いて仮定条件および解析条件を以下に示す。

- ・各階の床は剛床と仮定
- ・柱脚の支持条件は固定と仮定
- ・梁は床スラブの剛性を考慮した合成梁として評価
- ・パネルゾーンは剛域と仮定
- ・人力加振観測より求めた減衰定数¹⁾を用い並進 1 次および並進 2 次に 1%と与えたレーリー減衰を用いる

3.補強前の地震応答解析

3.1 入力地震波

東海・東南海連動地震と首都直下型地震（東京湾北部地震）を解析したが、今回は首都直下型地震のみの結果を示す。NS・EW・UD 成分を同時入力とする。

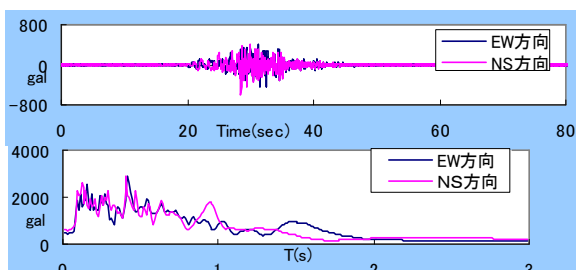


図 2 上図：首都直下型地震の時刻歴波形
下図：加速度応答スペクトル（減衰 1%）

3.2 地震応答解析結果

首都直下型地震の最大加速度、最大層間変形角を示す。特に NS 方向 21 階の層間変形角が他の階に比べ 2 倍近く出ている。

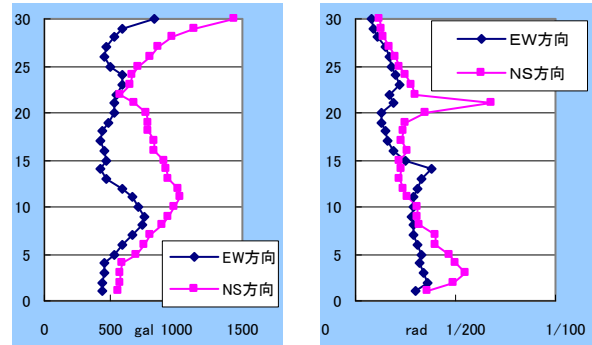


図 3 左図：最大加速度 右図：層間変形角

4.制震補強の検討

4.1 補強目標

21 階の層間変形角を他の階の 1.5 倍以内に抑えることを目標として制震補強の検討を行う。また居ながら補強の検討も行い、現実性のある制震補強を提案する。

4.2 現地調査によるダンパー設置位置の検討

設置箇所の検討は図 4 に示した。設備の兼ね合いより予備室 D3 は設置できないことが確認できたため、バランスを考え D3 全ての設置個所の検討を行わない。D1 は天井裏に配管があるが、移動可能と確認できたため設置可能である。D1 には K 形で、D2 はブレース形に設置する。

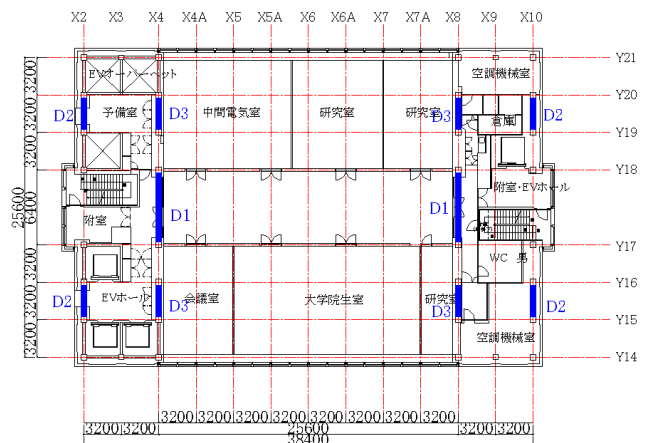


図 4 制震装置設置箇所の提案 21 階平面図



図 5 左図：D1 天井裏 右図：D3 配電盤

4.3 運搬性の検討

居ながら補強を考えると、エレベーターで運ぶのが妥当と考える。エレベーターで運べる長さは図6アクソメ図より3mが限界である。最大積載重量は1.9tである。

エレベーターから現地まで運ぶのはフォークリフト³⁾(最大積載重量1t)を用いる。移動中の天井高さも考慮すると制震装置の長さが2.4m、重量1tが限界であることと確認した。

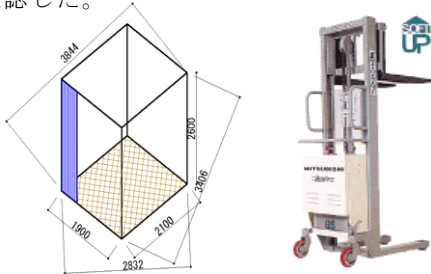


図6 右図：エレベーターのアクソメ図
左図：フォークリフト

4.4 制震装置の提案

これまでの長さや重量の制限から鋼材ダンパー、摩擦ダンパー、オイルダンパーを比較した結果、オイルダンパーが最適だと判断した。三和テッキ株式会社のオイルダンパー^{4, 5)}の最大減衰力2000kNを補強案とする。

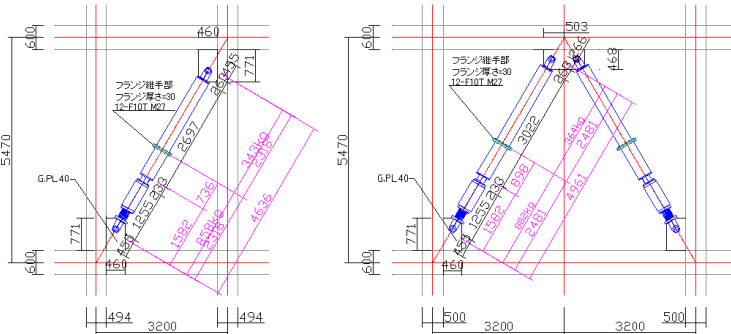


図7 オイルダンパー配置図 左図からD2、D1設置箇所

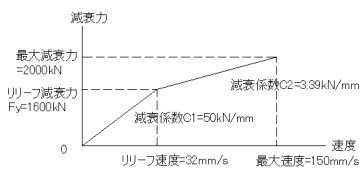


図8 オイルダンパー特性

6.補強後の地震応答解析

補強前と同様、首都直下型地震を入力地震波とする。出力はNS方向のみとする。補強前のモデルとオイルダンパーを設置した補強後のモデルのエネルギー、最大加速度、平均塑性率、最大層間変形角を比較した。

比較した結果、構造的に弱点であった21階は他の階の1.43倍となり、目標の1.5倍以内に抑えることができた。またブレースの21階平均塑性率を見ても、他の階に比べ2倍ほどあった応答が1.29倍に抑えることができた。図10を見ても、制震補強によりダンパーで2割ほどエネルギー吸収し、約3割あった塑性ひずみエネルギーが2割まで低減することが確認できた。

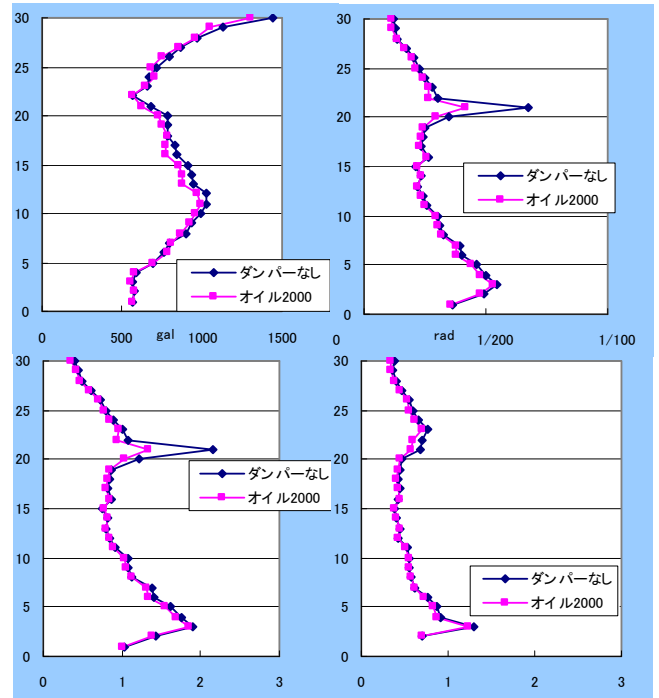


図9 上図：左から最大加速度、層間変形角
下図：左からブレース、梁の平均塑性率

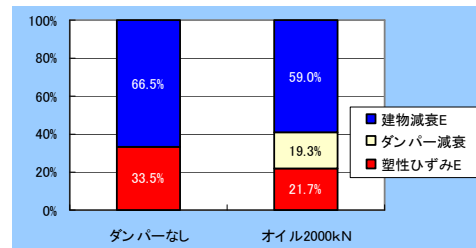


図10 エネルギー比較図

7.まとめと今後の課題

構造的に弱点である21階は、オイルダンパーを設置することによって低減が見られた。また運搬に関してもこのダンパーであればエレベーター、フォークリフトを使用すれば現場まで運ぶことが確認できたので、居ながら補強を行う事ができる。よって21階の補強は三和テッキ株式会社のオイルダンパー最大減衰力2000kNを補強案として提案する。

しかし塑性率を見ると、3,4階も大きいので、今後の課題として3,4階の補強も考えたい。

参考文献

- 1) 星幸男：工学院大学新宿校舎の振動特性・地震応答の評価と制震補強に関する研究 工学院大学 2008 年度修士論文
- 2) 株式会社構造システム：SNAP Ver.4 テクニカルマニュアル
- 3) 三菱重工株式会社 カタログ
- 4) 三和テッキ株式会社 制震用オイルダンパー技術資料
- 5) パッシブ制震構造設計施工マニュアル第2版 社団法人 日本免震構造協会