

# 東急百貨店本店



新井 知彦  
東急建設



中村 進  
同



宮川 正澄  
同



佐藤 春彦  
同



竹中 宏明  
同



公塚 正行  
i2S2



宮島 洋平  
同

## 1 はじめに

東急百貨店本店は、東京都渋谷区道玄坂に位置する店舗ビルであり、複合施設であるBunkamura(東急文化村)と連絡通路で結ばれている。

本建物は、建物東側が第1期工事として昭和42年に竣工し、増築工事として西側が昭和45年に竣工している。両棟は、一体の建築物である。

耐震改修の方法として、耐震改修、制震改修、免震改修等が検討されたが、耐震改修では、補強箇所数が多く店舗内への影響が大きいこと、免震改修では、敷地境界の問題や改修コストが多大となるため、補強効率の高い制震改修を採用している。

制震部材の配置は、店舗内を避ける計画とし、通常営業の中で、居ながら施工(夜間工事)している。

以下に、建物概要を示す。

所在地：渋谷区道玄坂2-24-1

用途：百貨店

建築面積：5,972m<sup>2</sup>

延床面積：65,900m<sup>2</sup>

階数：地下3階、地上9階、塔屋2階

軒高：40.65m

構造形式：鉄骨鉄筋コンクリート造

架構形式：耐力壁付きラーメン構造

施主：(株)東急百貨店

補強設計：東急建設(株)、(株)i2S2

施工：東急建設(株)

工期：平成20年2月～22年1月(夜間工事)

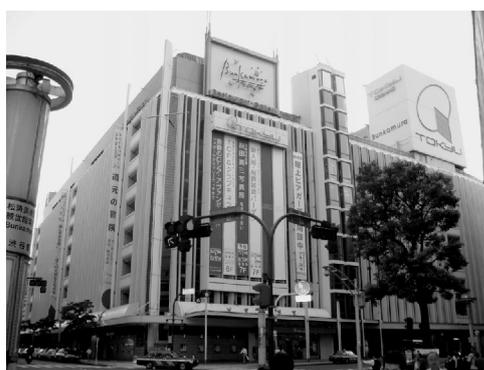


写真1 建物全景

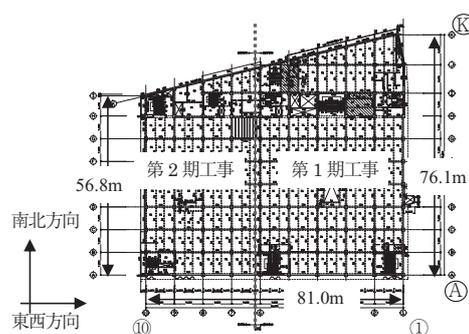


図1 3階伏図

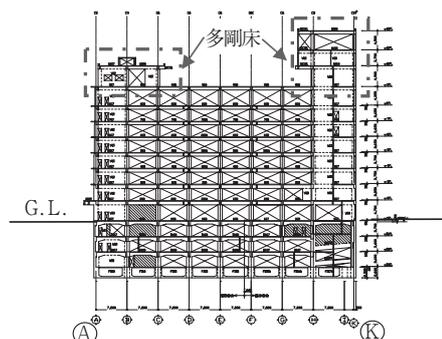


図2 9通り軸組図

## 2 建物概要

本建物は、地下3階、地上9階、塔屋2階の建物で、地上階を鉄骨鉄筋コンクリート造とする建築物である。平面形状は、東西方向を長辺とする台形を呈し、東西方向の長さが81.0m(基準スパン9.0m)、南北方向の長さが76.1m(基準スパン7.2m)である。階高は、地下階が3.6～3.7m、地上階が3.6～4.7m、塔屋階が3.6～4.5mである。



### 5 耐震性能目標

本建物の耐震性能目標は、各層の最大応答層間変形角が1/150以下、柱、梁および耐力壁の最大応答せん断力が部材の終局せん断強度以下、オイルダンパーの最大応答速度が500mm/s以下としている。

補強設計用入力地震動は、表2に示している。告示波は、極めて稀に発生する地震動の加速度応答スペクトルの強さとし、継続時間を120秒、位相をJMA KOBE 1995 NS成分波(告示波L2-1)、EL CENTRO 1940 NS成分波(告示波L2-2)、および乱数(告示波L2-3)としている。観測波は、極めて稀に発生する地震動に対応するものとして、最大速度値を50cm/sに基準化している。

告示波L2の総入力エネルギーの速度換算値は、東西方向入力時では88.7~201.5cm/sであり、南北方向入力時では95.1~212.8cm/sである。これらの数値は、「免震構造設計指針」(社団法人日本建築学会)の第1種地盤における損傷に寄与するエネルギースペクトル $V_p=100\text{cm/s}$ と同程度から2倍程度の数値となっている。なお、本建物の床付け地盤は、N値50以上の砂礫層であり、近隣の地盤調査結果から第1種地盤と判断される。

表2 補強設計用入力地震動

地震動波形の名称	最大加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	最大速度 (cm/s)
1 告示波L2-1	392.1	57.0
2 告示波L2-2	383.3	51.2
3 告示波L2-3	392.1	41.4
4 EL CENTRO 1940 NS	510.0	50.0
5 TAFT 1952 EW	496.9	50.0
6 HACHINOHE 1968 NS	333.7	50.0

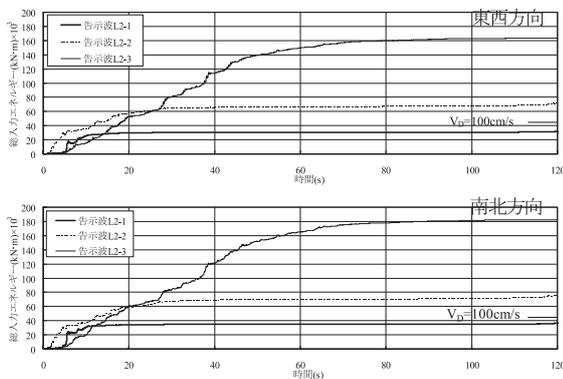


図6 告示波による総入力エネルギー

### 6 地震応答解析

振動解析モデルは、各層を1質点とした15質点系の等価せん断型振動モデルとしている。なお、9階以上は2棟に分離しているため、並列モデルとしている。振動解析モデルの概要は、表3に示している。

トグル型制震装置は、設計形状どおりのモデルとし、剛床仮定により質点系モデルと繋いでいる。振動解析方法は、表4に示している。

表3 振動解析モデルの概要

	振動解析モデル
(1) 質点数	15 質点
(2) 地震動の入力位置	B3 階床位置
(3) 振動系モデル	等価せん断型振動モデル
(4) 入力位置以下の変形	固定
(5) 復元力特性	Degrading Tri linear 型 (武田モデル)
(6) 減衰マトリックス	種類：内部粘性型 各次減衰定数の作成方法 $[C]=(2h_i/\omega_i) [K]$ $[K]$ ：瞬間剛性マトリックス $\omega_1$ ：1次固有円振動数 $h_1$ ：1次減衰定数 骨組は1次減衰定数 $h_1$ を0.03とする。

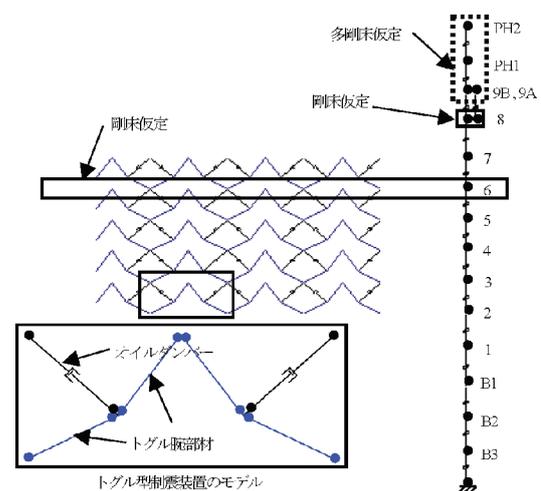


図7 振動解析モデル

表4 解析方法

項目	内容
(1) 解析法	ニューマークのβ法
(2) 解析演算刻み	1/2500秒
(3) 解析プログラム	(株)構造システムSNAP

解析は、オイルダンパーの特性値の変動を考慮して行っている。最大応答図は、特性値が標準状態のときの建物の最大応答層間変形角、最大応答絶対加速度およびオイルダンパーの最大応答速度を図8～10に示している。また、8階までの店舗内においては、入力加速度に対して床応答加速度の増幅はなく、制震効果が表れている。図11に、告示波L2-1における地震入力エネルギーの時刻歴を示している。トグル型制震装置は、総入力エネルギーの30%程度を吸収し、建物の損傷を抑えている。

なお、部材のせん断降伏の確認は、地震応答解析における各層の最大応答層間変位と外力分布をAiとした静的非線形漸増載荷解析との対応により判定を行っている。この結果、極めて稀に発生する地震動時に柱、梁および耐力壁がせん断降伏をしないことを確認している。

建物の耐震性能の判定は、表5に示すように、極めて稀に発生する地震動時における最大応答値が目標耐震性能以下であり、十分な耐震性能を有していると判断している。

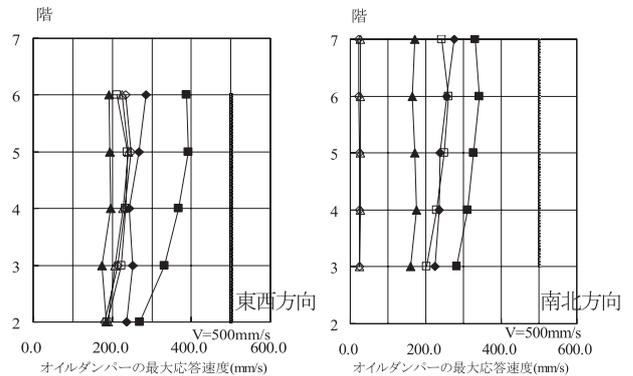


図10 オイルダンパーの最大応答速度

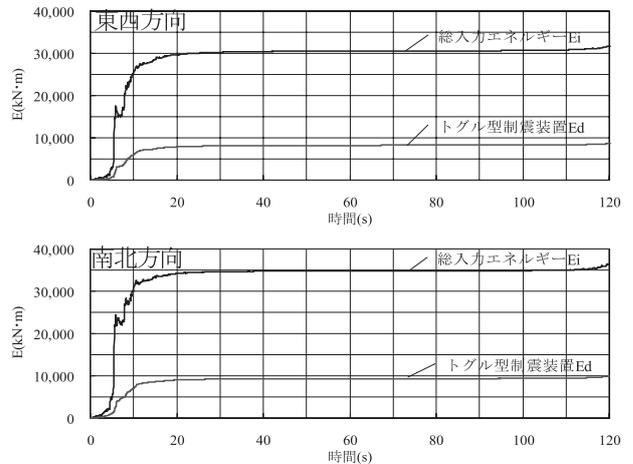


図11 トグル型制震装置の吸収エネルギー(告示波L2-1)

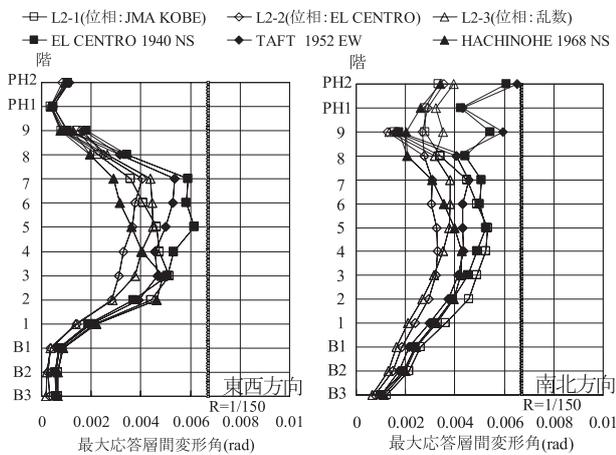


図8 最大応答層間変形角

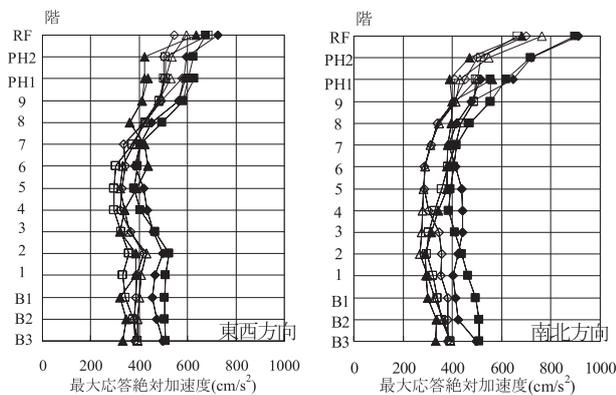


図9 最大応答絶対加速度

表5 耐震性能の判定

部位	骨組		制震装置
	層	柱・梁・耐力壁	
項目	応答層間変形角	せん断力	ダンパー
性能目標	1/150以下	降伏を生じない	応答速度
東西方向	1/151	降伏しない	500mm/s
南北方向	1/152	降伏しない	396
判定	○	○	○

## 7 まとめ

トグル型制震装置を採用した店舗ビルの概要を紹介した。また、設計・施工に当たり関係各社には多大なご協力をいただきました。この場を借りて深く感謝の意を表します。

最後に本誌への掲載をご快諾いただいた(株)東急百貨店に、誌面をお借りしてお礼申し上げます。