

[新たな取組み]

新しい設計思想に基づく建築物設計例 (1)

—非構造部材と設備システム—

小林 照雄 (本店 建築設計第1部) 刃 金 国 雄 (本店 建築設計第1部)  
 樋 口 要 一 (本店 設備設計第1部) 榎 本 賢 (本店 設備設計第1部)

1. はじめに

阪神・淡路大震災から得た教訓の一つとして、構造体の被害がさほどでもないにもかかわらず、天井・間仕切り壁といった非構造部材や、電気・給配水管のような設備システムの被害が大きく、建築物としての機能を喪失または、低下させ、復旧にも手間取った例が少なくなかったことが挙げられる。

大林組では、構造体・非構造部材・設備システムを総合的に捕らえ、対象建築物に関し、その立地・用途・顧客の要求度等に応じて耐震性能に4つの段階を設定する新しい設計法を提案した。

ここでは、今回の大震災で大きな被害を受け、建て直しされることとなったオフィスビル(三宮Nビル)を対象に、新しい設計思想に基づいて設計した、非構造部材と設備システムについて概要を紹介する。

2. 非構造部材の設計条件

非構造部材を、脱落・転倒による人命への影響度が大きい部位と小さい部位とに分類し、主要構造体の設計条件(層間変位)および解析結果を基に、

- 1) 人命に影響度の大きい部位は、大地震(レベルII)でも脱落・転倒しないこと。
- 2) 人命に影響度の小さい部位は中小地震(レベルI)で脱落・転倒しないこと。

を設計条件とした(Fig.1)。

このビルでの、人命への影響度の大きい部位は、外装および天井、避難経路の壁・扉・エレベータシャフトとし、特に外装については、阪神・淡路大震災の再現でも脱落・転倒しない旨検証することとした。

3. 非構造部材の仕様

3.1 外装

軽量化・均質化を意図して、外装には4面とも金属カーテンウォールを採用した。アルミパネルは、ロックンク構法により層間変位に追従できるパネル間クリアランスを確保し、ガラスは、スライド+ロックンクで層間変位に追従できるエッジクリアランスを確保した。

また、構造解析による階ごとの応答加速度を基に、ファスナーの強度を検証した。

3.2 天井

ライントイプのシステム天井を採用し、各階の応答加速度に対応したブレース補強を施した。特に壁際は、層間変位に追従できるクリアランスを設けた。

3.3 避難経路の壁

軽鉄下地石膏ボード張りの壁は、端部に層間変位に追

非構造部材の耐震性能	設計条件		検証
	中小地震	大地震	
入 力	レベル I (25カイン)	レベル II (50カイン)	阪神大震災 の再現
層 間 変 位	1/200	1/100	1/80
応答加速度	430ガル	830ガル	900ガル

  

人命への影響度	部 位	中小地震	大地震	検証
大	・外装	○	○	○
	・天井			
	・避難経路(壁、扉)	○	○	
	・EVシャフト			
小	・上記以外の一般部	○		

○: 脱落、転倒を生じない

Fig.1 非構造部材の耐震性能  
 Seismic Performance of Non-structural Elements

従できるクリアランスを設けた（下地控え＋仕上げ材シール目地）。

### 3.4 避難経路の扉

扉枠取付け下地鉄骨を間仕切りスタッドと分離し、上部をスライドさせることにより、地震時に扉枠が変形しない構造とした。

### 3.5 エレベータシャフト

シャフトの壁（防火区画）は、耐火間仕切り壁材ロンレックス t60 で上部スライド構法を採用した。この構法は、変形性能試験により層間変位 1/100 で、端部に多少の隙間が発生するものの、脱落・転倒しないことが確認されている。

## 4. 設備システムの設計条件

大地震により、設備システムに部分的な損傷を受けたとしても、危険分散を図ることにより、その影響を最小限に止めること、を主眼とする。すなわち、各設備項目において、いかにシステム上、二重化あるいは、分散化（細分化）を実現するかが、ポイントとなった。

このため、設計に際して、その具体的項目をCS（顧客満足度）的発想に基づいて分類・整理し、コスト面も合わせて検討した。その内容を Table 1 に示す。今回はBクラスを採用することとしている。

## 5. 設備仕様

### 5.1 電気設備

電気系統におけるシステム上の二重化としては、平常

時の電力会社側の事情による停電発生も考慮して、本線・予備線の2回受電とした。また、直流電源においても危険分散あるいは緊急時やメンテ時のバックアップという発想に基づき、非常照明用と制御電源用とに分散させた。同様に、昇降機設備の非常用電源としては、発電機（容量：1基分）と蓄電池（自動着床装置：4基とも）を見込むことにより、高層ビル（16階）としての一般停電時の必要最小限稼働（1基）を可能とし、カゴ内の閉込めが回避できるようにした。

また、情報系統では、NTTと大阪メディアポート社の2系統を引込むと同時に、メタルと光の2伝送方式を実現させた。テレビ共聴では、通常、UHF・VHF・BSまでの対応であるが、今回、CSの全トランスポンダーからの情報サービスが受けられるよう、アンテナ・共聴機器・配線を実装した。

### 5.2 衛生設備

給水系統を飲料水用と雑用水用に2系統化した。両系統とも、市水（上水）引込みであるため、通常であれば特に2系統化する必要はないが、機能分散を考慮した。

なお、雑用水槽として地下躯体ピットを利用し、機械室の有効利用を図った。また、両系統とも加圧給水ポンプによる給水方式とし、屋上には重量物である高架水槽を設けないこととした。

### 5.3 空調設備

熱設備計画では、セントラル空調設備におけるエネルギー源の二重化を図り、ガス炊き吸収式冷温水発生機と電気エネルギーによる空冷ヒートポンプチラーを採用した（比率7/3）。さらにその細分化のため、各2台ずつ設置とした。その場所としては、B2F設備機械室に冷温水発

Table 1 震災対策メニュー  
Menu of Seismic Measures

	A	B	C
電 気	イ. 引込口の耐震 （1回線受電・変化対応）  ハ. 通信の多様化 （CS通信アンテナ・ケーブルの設置）  ホ. エレベーター電源の震災対策 （非常用発電機）	Ⅰ. 電源引込の二重化 （本線・予備線の2回線） Ⅱ. 直流電源の2系統分割 （非常照明用・制御用に分割）  ハ. 同 左 （CS通信基幹設備の設置、アンテナ・幹線） ニ. 情報ラインの二重化 （NTTとONP、メタルと光） ホ. エレベーター電源の震災対策二重化 （非常用発電機、停電時自動着床装置）	Ⅰ. 電源引込の二重化・信頼性向上 （本線・予備線2回線、2MOF） Ⅱ. 直流電源の分散 （非常照明は電池内蔵型、直流電源は制御用）  ハ. 同 左 （Bに加え、緊急時対応引込管路の設置） ニ. 同 左 ホ. 同 左
衛 生		ア. 受水槽・給水管の2系統化  チ. 予作動式スプリンクラー	ア. 同 左 ト. 給水緊急受水口 チ. 予作動式スプリンクラー
空 調		コ. 熱源の二重化・細分化	リ. 採水用ポンプ、採水口 コ. 熱源の重乗化

Table 2 設計用標準震度 (K<sub>s</sub>)  
Standard Seismic Coefficient for Design

最上階, 屋上および塔屋	1.0
2階床以上	0.6
地階および1階	0.4

Table 3 今回採用した設計用標準震度 (K<sub>s</sub>)  
Revised Seismic Coefficient for Design

塔屋, 屋上	1.1
16階床以上	1.0
9階床以上	0.8
8階床以下	0.5

生機 (1台約7.0t) を設置してトップヘビーを避けるとともに、チラー (約3.2t) は屋上に設置して設置場所の分散化を図った。

各階空調機の計画では、各フロアを4つの空調ゾーンに分割することにより細分化を実現した (ゾーン別システムエアハン採用)。

## 6. 設備システムの耐震性向上策

一般に、設備機器の設計用震度として、Table 2 の値 (『建築設備耐震設計・施工指針 1984年版』日本建築センター発行) が用いられてきた。本設計では、構造解析から得られた各階床レベルの最大応答加速度の値を基にそれを Table 3 に示す値に換算 (K<sub>s</sub>) し、構造と設備の整合を図った。

以下に、詳細設計上に反映させた項目を列記する。

### (a) 共通

- 1) トップヘビーを避け、主要な重量機器はなるべく地下階に設置する。
- 2) アンカーボルトは原則としてメカニカルアンカー (おねじ形) とする。

3) 機器と配管の接続部にはフレキシブル継手を取付けそこでの損傷を防止する。

### (b) 機器の据付け

1) 縦横比の大きな機器 (自立盤・定置型空調機等) には頂部支持材を用いて転倒を防止する。

2) 防振材を介して設置される機器は、強震時に過大な振動が生じる恐れがあるため、移動・転倒防止型耐震ストッパーを用いる。

3) ファンコイルユニットは床置き型とする。

### (c) 配管・ダクト類の取付け

1) 建物導入部の配管は、地震時の不同沈下対策として波付硬質ポリエチレン管 (電力・電話引込管)、可撓管継手 (市水引込管・消防用送水管)、伸縮継手 (都市ガス引込管) とする。

2) 電気系幹線 (垂直部分) では、層間変位に耐えるケーブルラック工法とする。

3) スプリンクラー設備は、フレキシブル配管を用いるスプリンクラーヘッダー工法とする。

4) 空調給気ダクトは、その軽量化とフレキシブル化の面から、グラスウールダクト+保温付フレキシブルダクトとする。