

## 鉄骨とPCa部材から成るハイブリッド構造階段の開発 (その5)建物概要及び解析モデル

正会員○花野 修\*1 同 関 一武\*1  
同 望月 満伸\*2 同 豊永 雅之\*1  
同 深澤 協三\*3

### 1. はじめに

筆者等は鉄骨とプレキャストから成る屋外階段を開発した。踊り場部分の鉛直支持能力を確認するため「鉛直載荷実験」、本階段を中高層建物に適用する場合を想定し耐震安全性能確認するため「水平加力実験」を行い、本階段昇降部の面内剛性・耐力を確認している。1) それらの実験に引き続き、本階段が建物に取り付いたときの階段の耐震安全性能を確認するために建物と階段とを連成させたモデルによる地震応答解析を行った。

本報では地震応答解析における解析対象建物、解析モデルの概要及び解析方法について報告する。次報では地震応答解析結果について報告する。

### 2. 解析対象建物及び階段の概要

解析対象建物の概要を表1、解析対象建物の基準階平面図及び軸組図を図-1,2 に示す。また、同図に本階段の配置位置を示す。

建物は、地上14階の鉄骨鉄筋コンクリート造で用途は集合住宅である。図1に示すとおり基準階平面は、X(桁行き)方向5スパン(34.2m)、Y(張間)方向1スパン(10.3m)の長方形の形状を有する。図2に示すとおり11~12階ではX方向の1スパン、13~14階ではさらに1スパン分セットバックをしている。建物本体の1次固有周期は0.78秒(略算値)、1次設計時の層間変形角の平均値は1/961(rad)である。階高は基準階を2.90~2.80mとし、1階のみ3.05mとしている(建築高さ39.99m)。建物の構造形式は、X方向で純ラーメン構造(1階のみ1部耐震壁を有する)、Y方向耐震壁構造である。使用材料は、コンクリートで普通コンクリート $F_c=24\sim 27\text{N/mm}^2$ 、梁・柱主筋でSD295~SD345、内蔵鉄骨は梁・柱ともSS400を用いている。梁断面寸法は、 $50\times 75\sim 50\times 90\text{cm}$ (コンクリート)、 $H-450\times 200\times 9\times 14\sim H-596\times 199\times 10\times 15$ (鉄骨)である。また、柱断面寸法は、 $80\times 90\sim 100\times 130\text{cm}$ 、 $H-396\times 199\times 7\times 11\sim 500\times 200\times 10\times 16$ である。

階段は4本の溶融垂鉛メッキされたH形鋼柱( $H-200\times 200\times 8\times 12$ )、鋼製のササラ桁、PCa部材の踊り場・段板より構成されている(文献1)参照)。また、階段は建物廊下部分のスラブ(片持ちスラブ)を介して建物と接合される。建物と階段とはアンカー筋(6-D16)により接合されて

いる。図1に示すように階段の取り付け方向は建物に対して直交する向きとしている。これは、昇降部の面内剛性の影響が大きく、かつ階段の応答が増幅すると予想されるためである。階段の建物に対しての重量比は1/106倍(61.6/6570.4)となっている。

解析方向は建物の桁行き方向とし、建物と階段との接合部分は解析上剛に接合され充分なせん断耐力を有すると仮定する。

表-1 建物概要

建物高さ	39.99m
構造種別	SRC 造ラーメン方向
1次固有周期	0.78sec
平均層間変形角	1/961rad
剛性率(最大)	3.38
建物の全重量	6570.4(t)*
階段の全重量	61.6(t)*

\*: 建物:地震時用積載荷重を含む 階段:積載荷重は含まない

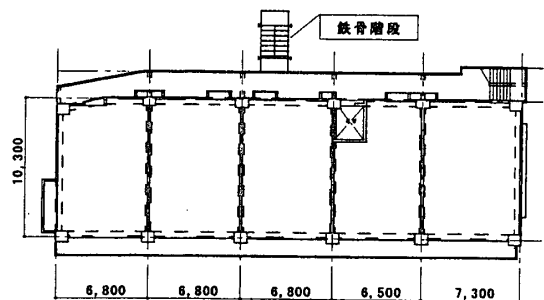


図-1 基準階平面図

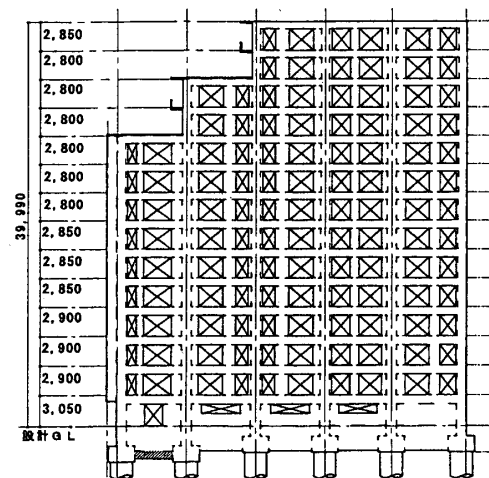


図-2 軸組図

The development of the hybrid stairs which are composed of steel and pre-cast concrete members

(Part5 Outline of The Building and Analysis Method)

Osamu Hanano et al.

### 3. 解析方法

#### (1) 解析モデル

解析モデルは図3に示すように、建物と階段とをそれぞれ別々に剛性評価し、両者を昇降部の面内剛性に相当するせん断バネで連結したモデルである。建物本体は1層1質点の等価せん断バネモデル、階段部分は平面フレームモデルに置換する。建物と階段はせん断バネで結合されている。また、建物本体の変形自由度は図中のX方向のみである。

建物本体の等価せん断バネは、平面フレームの静的弾塑性解析(荷重増分法)により各層の荷重～変形曲線を求め、Tri-Linear のスケルトンカーブに置換する。また、履歴則は武田モデルである。

階段を支えるフレーム部分は図3中に示すように外側フレームのみを解析対象とし(建物側フレームは踊り場スラブを介して建物に剛につながれているため)、この部分を平面フレームを用いてモデル化する。鉄骨柱及びPCa梁を梁要素でモデル化し、柱部材は軸方向、曲げせん断変形(いずれも弾性)を考慮し、梁部材は曲げ(弾塑性)・せん断(弾性)を考慮する。PCa梁部材は梁両端部に剛塑性バネを取り付けた材端バネモデルにより弾塑性挙動をモデル化する。フレーム部はスパンに比べ高さが高いため、柱部材の軸変形によるフレーム全体の曲げ変形を考慮している。柱梁接合部は剛接合とし、パネルのせん断変形は考慮しない。また、剛域を各部材のフェース位置まで採っている。

建物本体と階段部分を結合するバネの配置は、実際の建物と同様に、建物FLレベルから階高の1/2にある

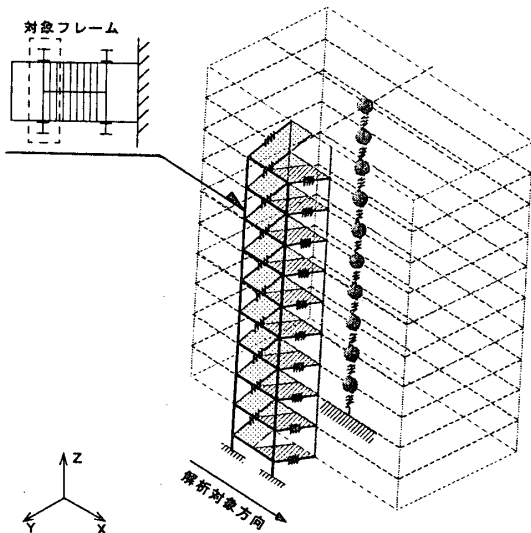


図-3 解析モデル

\*1 東鉄工業株式会社  
 \*2 東鉄工業株式会社・工修  
 \*3 (社)日本建設業経営協会 中央技術研究所・工博

踊り場に向けて掛けられ、その踊り場からさらに1FL分降りた建物に向けて掛けられている。

建物本体及び階段は基礎固定とする。減衰は初期剛性比例型とし1次に対し $h=3\%$ とする。

#### (2) 昇降部の履歴特性

建物と階段を結合する(昇降部)バネの履歴特性を図4に示す。図中の点線は「水平加力実験」<sup>1)</sup>の実験結果、実線は本解析に用いたモデルを示す。解析モデルは、水平加力実験結果を基に、第1折点から剛性が上昇し、第2折点以降で降伏する様にモデル化する。また、履歴則は逆行型とする。

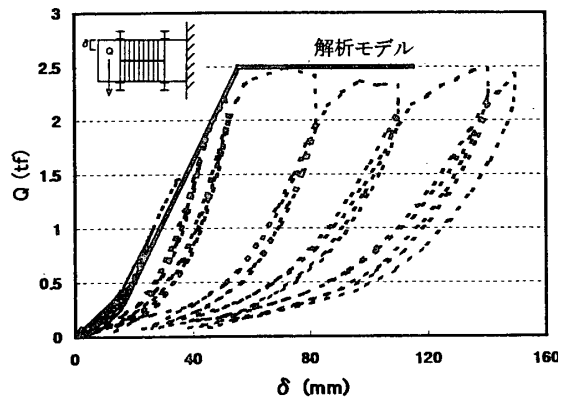


図-4 昇降部のモデル化

#### (3) 入力地震動

入力地震動は表-2に示す代表的な4波とし、入力レベルは25kine、50kine、75kineとする。尚、kobeJMAのみ75kineレベルを原波として解析を行う。

表-2 入力地震動(単位:gal)

地震波形	入力レベル		
	25kine	50kine	75kine
EL-centro 1940 NS	255.0	510.0	766.0
Taft 1952 EW	238.0	476.0	715.0
Hachinohe 1968 NS	165.0	330.0	495.0
神戸 JMA NS	225.0	451.0	818.0*

\*:神戸 JMA NSは原波(90.6kine)

#### 4. まとめ

解析対象建物、階段及び解析モデルの概要について報告した。

[謝辞]本解析において藤木工務店・松田良平(中央技術研究所出向研究員)氏に多大なご協力をいただいたことに感謝致します。

#### [参考文献]

1) 深澤他:「鉄骨とPCa部材から成るハイブリット構造階段の開発」、日本建築学会技術報告集 第9号、1999