

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11) 地震応答性状(建物に横付きする階段)

階 段 ハイブリッド構造 プレキャストコンクリート
地震応答解析 立体解析

正会員 ○花野 修^{*1}
同 深澤 協三^{*2}
同 望月 滉伸^{*3}

1. はじめに

前報¹⁾では建物・階段連成モデルを用いて建物の桁行き方向に直行して設置される階段(縦付きタイプ)の耐震性能について報告を行っている。引き続き本報では、建物の桁行き方向に平行に設置される階段(横付きタイプ)の地震応答性状及び耐震性能について報告する。

2. 解析対象建物

解析対象建物の基準階平面図及び軸組図を図1に示す。建物は、地上14階建ての鉄骨鉄筋コンクリート造とし、平面形状においては前報と同様とするが中間階からのセットバックをやめ全層同一形状とする。建物本体の1次固有周期は0.92秒(精算値)、1次設計時の層間変形角の平均値は1/510(rad)、剛性率の最大は1.91となっている。建物の全重量は階段の全重量に対して約115倍となっている。その他の建物の諸条件は、前報を参照されたい。

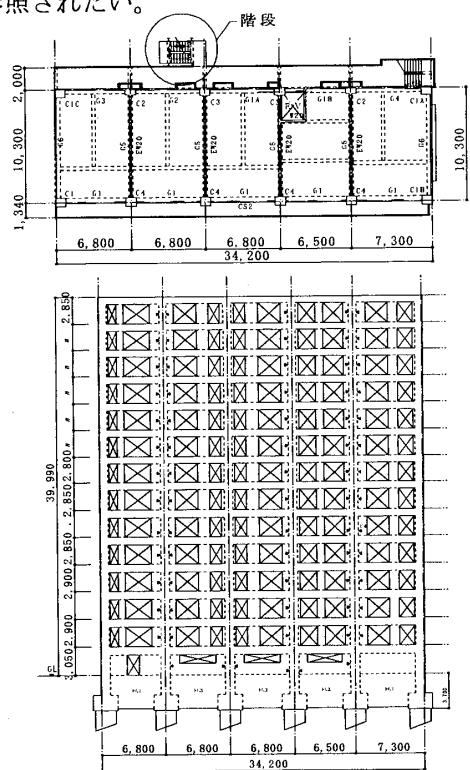


図1 解析対象建物の平面図及び軸組図

3. 解析方法

(1) 解析モデル 解析のモデル化は図2に示すとおり、建物と階段とを連成させたモデルとし、解析の諸条件を以下に示す。

- 1) 建物本体は等価せん断バネモデル、階段を構成するPca梁は材軸方向に8分割した梁要素(曲げ(弾塑性)、せん断(弹性))でモデル化し、鉄骨柱とPca梁との接合間の局部変形を考慮する為に梁端部に回転バネを考慮する。鉄骨柱は梁要素(曲げせん断(弹性))でモデル化する。昇降部(ササラ桁)及び本体接続部はトラス要素、本体接続用床は梁要素(曲げせん断(弹性))でモデル化する。
- 2) 鉄骨柱とPca梁とのパネルせん断変形は考慮しない。
- 3) 建物及び階段の基礎は固定とする。
- 4) 建物・階段連成モデルの減衰は、レーリー型減衰を仮定し建物及び階段それぞれの1次モードが卓越するモードに減衰定数h=3%を与える。

(2) 入力地震動 入力地震動はEl-centro NS, Hachinohe NS, 神戸 JMA NS の3波とし、入力レベルは25kine、50kineとする。

4. 固有値解析結果

建物と階段を連成解析した時の4次モード及び建物、階段単体の時の3次モードまでの固有周期を表1に、モード図を図3に示す。建物・階段連成系の固有周期は、1~3次で建物単体の1~3次とほぼ一致してお

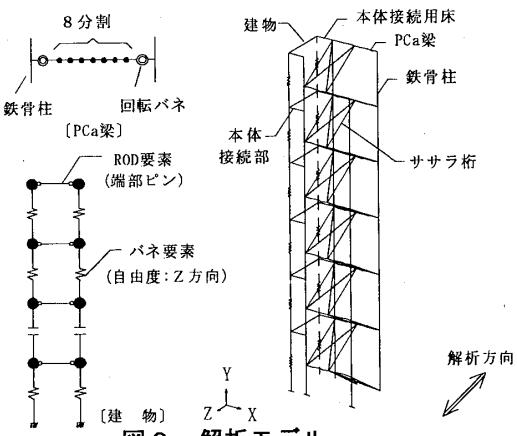


図2 解析モデル

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

(Part11 Result of Earthquake Response Analysis)

HANANO Osamu et al.

り、4次で階段単体の1次とほぼ一致する。モード図を比較すると、建物・階段連成系の1~3次モードは建物本体の1~3次モードが卓越し、階段は建物本体に追従するモードであることがわかる。4次モードは建物の変形はほとんどなく階段のみが変形するモードとなっており、階段の1次モードが卓越している。

5. 応答解析結果

各レベルの建物本体の層間変形角を図4建物の層塑性率を図5に示す。建物の層間変形角は中間階で応答が大きく、25kine入力時には最大で1/256rad、50kine入力時に1/97rad程度である。建物の塑性率は25kine入力時には層降伏ではなく、50kineで層降伏に至る。層塑性率は50kine入力時で最大1.25となっている。建物本体と階段の相対変位(50kineレベル)の比較を図6に示す(最大値を示した波形一波に対してプロット)。建物と階段との変位を比較すると、全層で階段の変位は建物の変位に対して増幅する傾向が見られる。

表1 固有周期(sec)

	1次	2次	3次	4次
建物+階段	0.925	0.339	0.207	0.160
建物のみ	0.923	0.338	0.207	-
階段のみ	0.160	0.151	0.138	-

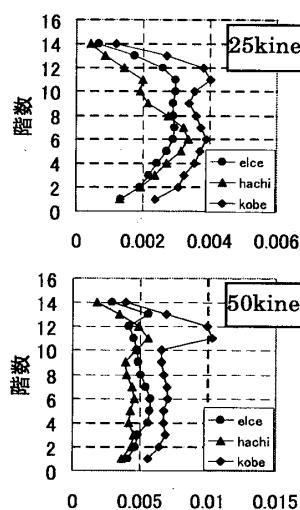
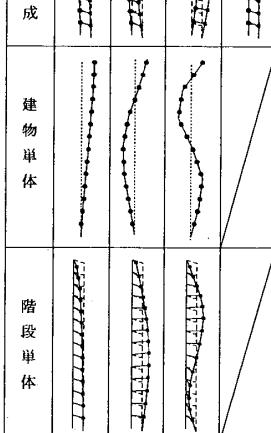


図4 最大応答値(層間変形角)

	1次	2次	3次	4次
建物+階段	1	2	3	4
建物単体	1	2	3	4
階段単体	1	2	3	4



6. 階段の損傷度

入力レベル毎に階段を支えるフレーム部分(Pca梁部材)のひび割れ及びヒンジ発生状況を図7に示す(各入力レベルの最大応答値についてプロット)。25kine入力時で曲げ降伏する部材は発生しなしが、ほぼ梁全数に曲げひび割れが発生している。50kine入力時には梁中央部に曲げ降伏を生じているが、梁端部には曲げ降伏は生じていない。梁中央部に取り付くサラ桁の軸方向力の最大応答値を図8に示す。25kineレベルでサラ桁の軸方向力は、Pca梁中央に取り付くサラ桁が最大で約10(t)の引張力が作用している。また、建物本体側に取り付くサラ桁の軸方向力は、1階部分が最大となり5(t)の圧縮力が作用している。建物本体から最外に取り付くサラ桁の軸方向力は、最大で約2(t)の圧縮力が作用している。また、50kineレベルで梁中央部に取り付くサラ桁は最大で約20(t)、建物本体側で約10(t)、建物本体から最外側で約2(t)の軸方向力が作用している。

7. まとめ

建物と階段とを連成したモデルで横付きタイプ階段の地震応答解析を行い次の結果を得た。

横付きタイプ階段の変位は、縦付きタイプ同様に建物からの強制変形が支配的となる。また、階段を支えるフレーム部分(Pca梁)の損傷度は、25kineレベルで曲げ降伏を生じないが、50kineレベルでは梁全数に曲げ降伏(梁中央部)を生じる。階段を構成するサラ桁には、25kineレベルで最大10(t)、50kineレベルで最大20(t)程度の軸方向力が作用する。

参考文献 1)深澤: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5,6)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2000年9月

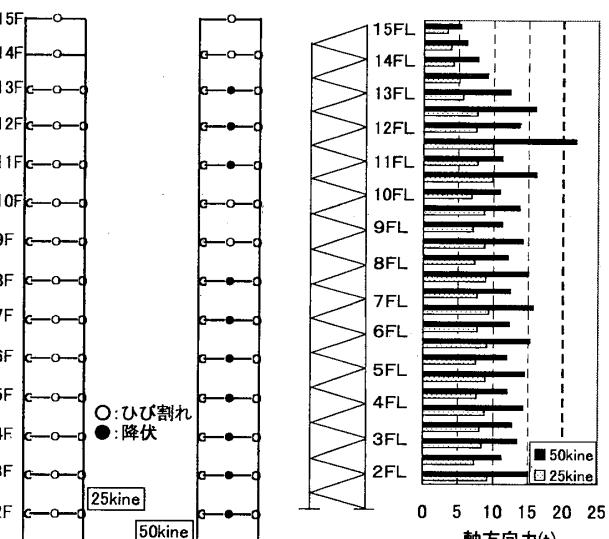


図3 固有モード

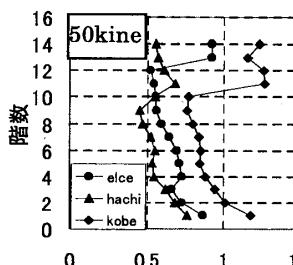


図5 最大応答値(塑性率)

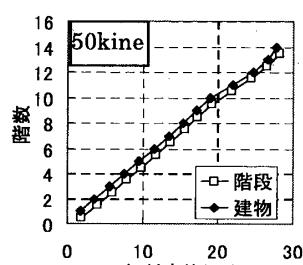


図6 相対変位の比較

*1 東鉄工業株式会社

*2 (社)日本建設業経営協会 中央技術研究所・工博

*3 東鉄工業株式会社・工修

TOTETSU KOGYOU CO.,LTD,

JARGC Central Research Institute for Construction Technology, Dr.Eng

TOTETSU KOGYOU CO.,LTD ,M.Eng