

鉄骨とPCa部材から成るハイブリット構造階段の開発

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

(その6)地震応答性状

1. はじめに

本報では建物-階段連成モデルの地震応答解析結果及びに階段の耐震性能について検討する。

2. 固有値解析結果

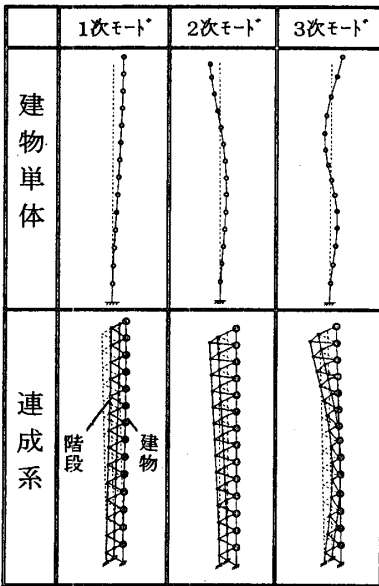
建物単体と建物と階段を連成解析した時の3次モードまでの固有周期を表-1に示す。モード図を図-1に示す。固有周期は1次が建物単体では0.781(s)、連成系では0.784(s)とほぼ一致する。2次は建物単体では0.299(s)連成系では0.408(s)、3次は建物単体では0.189(s)連成系では0.314(s)で2次・3次ともに連成系の周期が長い。図-1に示すモード図を比較すると、1次モードは建物本体1次が卓越し、階段は建物本体に追従するモードであることがわかる。連成系の2次・3次モードでは建物本体は変形はほとんどなく階段のみが変形するモードになっている。連成系の2次は階段単体の1次、連成系の3次は階段単体の2次モードが卓越する。

3. 応答解析結果

各レベルの建物本体の層間変形を図-2a)~c)、層せん断力係数を図-3a)~c)、建物の層塑性率を図-4a)~b)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1/290rad、50kine入力時には1/125rad、75kine入力時には1/66rad程度である。層せん断力係数は、25kine入力時には1階で0.15、最上階で0.4程度、50kine、75kine入力には1階で0.2、最上階で0.5程度である。

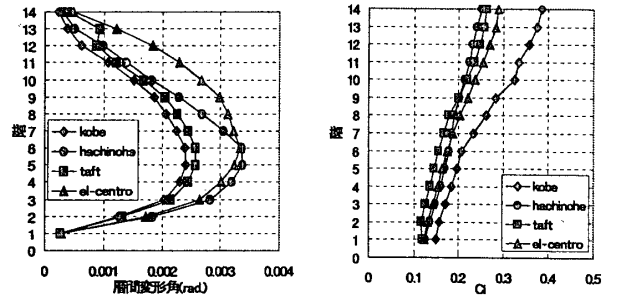
表-1 固有周期(秒)

モード	1次	2次	3次
建物単体	0.781	0.299	0.189
建物・階段連成	0.784	0.408	0.314

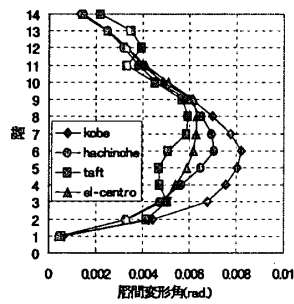


※刺激係数は乗じていない

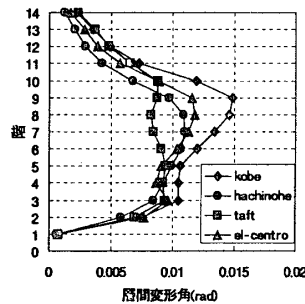
図-1 モード図



a)25kine

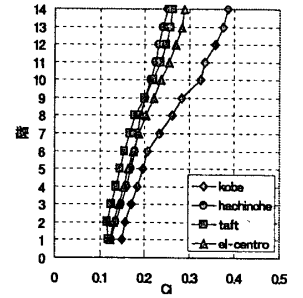


b)50kine

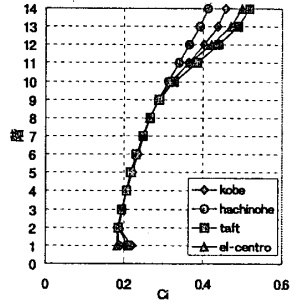


c)75kine

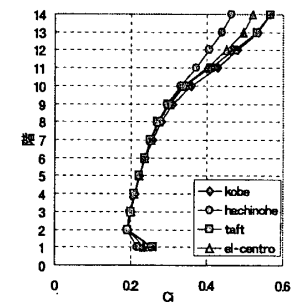
図-2 層間変形角



a)25kine

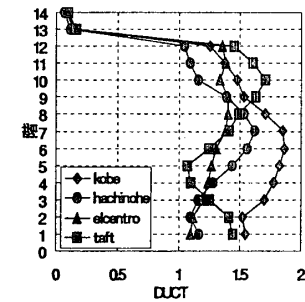


b)50kine

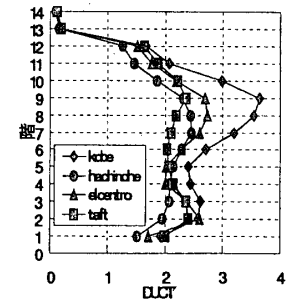


c)75kine

図-3 層せん断力係数



a)50kine



b)75kine

図-4 建物層塑性率

The development of the hybrid stairs which are composed of steel and pre-cast concrete members  
(Part6 Result of Earthquake Response Analysis)

Mitsunobu Mochizuki et al.

建物の塑性率は 25kine 入力時には層降伏はなく、50kine、75kine で層降伏に至る。塑性率は 75kine 入力時で神戸 JMA を除くと3以内におさまる。

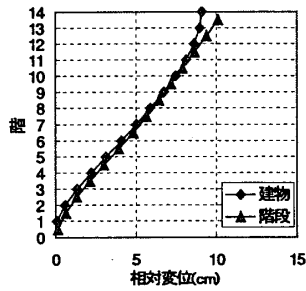
各入力レベル毎に建物本体と階段の相対変位の比較を図-5に示す。(各入力レベル毎に最大値を示した波形一波に対してプロット)建物と階段の変形を比較すると全体的には各レベル、各地震波でも階段の変形は概ね建物に沿うように変形している。ただし建物上層及び下層部では階段の変形が増幅する傾向が見られる。また図-6に神戸 JMA 原波入力時の最上階における建物本体と階段の相対変位の応答波形の比較を示す。建物本体と階段とはほぼ同じ波形を示し、ピーク時に階段側の変位が若干増幅する事がわかる。

これらから、階段の変形は建物層変形に伴う強制変形が支配的といえる。

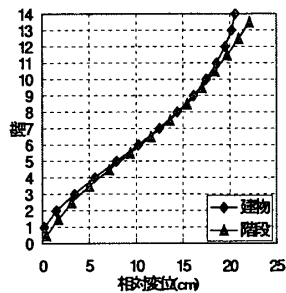
#### 4. 階段の損傷度

各入力レベル毎に階段を支えるフレーム部分のひび割れ(梁部材)・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)。梁部材は 25kine 入力時には降伏する部材は無いが、14本の梁のうち10本の梁で両端にひび割れが生じている。

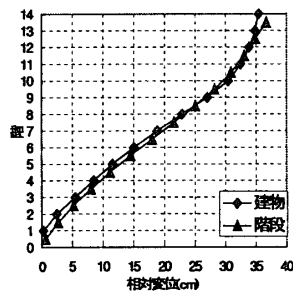
50kine 入力時には梁に降伏が生じる(14本中6本の両端が降伏)、75kine 入力時には降伏する梁部材が増え、10本の梁の両端が降伏している。また、梁部材の塑性率の最大値は 50



a)25kine(El-centro)



b)50kine(kobe)



c)75kine(kobe)

図-5 相対変位

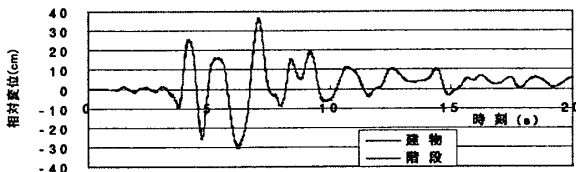


図-6 建物と階段との相対変位 (KobeJMA 原波)

kine では 1.55、75kine では 3.3 であり、一般的な RC 部材の変形能力以内におさまっていると考えられる。

階段と建物とを結ぶせん断バネ(階段昇降部)の神戸 JMA 原波入力時の荷重～変形関係を図-8に示す。同図中の○は最大応答値を示す。せん断バネは第1折れ点(剛性上昇点は超えるが、第2折れ点(降伏耐力の相当)以内である。応答変位を水平加力実験結果<sup>1)</sup>と比較すると、段板の立ち上がり部の一部に圧壊は生じるが、全体としては構造体の健全性は失われない範囲である。

#### 5. まとめ

建物と階段とを連成したモデルで地震応答解析を行い、以下の結果を得た。

- ①階段の変位は建物からの強制変形が支配的である。
- ②階段を支えるフレーム梁部材の塑性率は 75kine レベルに対しても 3.3 で部材の変形能力以内と考えられる。

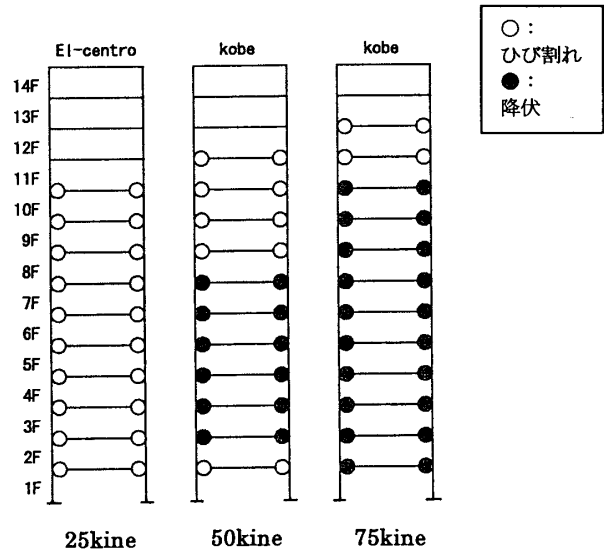


図-7 ヒンジ発生状況

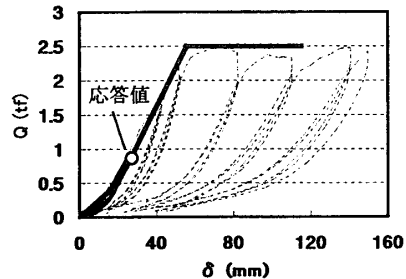


図-8 昇降部荷重-変形曲線

#### [参考文献]

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

\*1 東鉄工業株式会社・工修

\*2 東鉄工業株式会社

\*3 (社)日本建設業経営協会 中央技術研究所・工博

TOTETSU KOGYU CO.,LTD,M.Eng

TOTETSU KOGYU CO.,LTD

JARGC.Central Research Institute for Construction Technology, Dr.Eng