

鉄骨とPCa部材から成るハイブリット構造階段の開発
(その4) 水平加力実験結果

正会員 ○ 深澤協三*1 同 関一武*2
同 豊永雅之*2 同 武笠裕一*2
同 但田真二*2 同 森田剛史*3
同 立花正彦*1

1. はじめに

本報では、前報(その3)に引き続き、水平加力実験の「履歴特性」、「建物一階段接合部の挙動」について示すとともに実験結果のまとめを述べる。

2. 履歴特性

各層の荷重-変形曲線を図1に示す。同図に示すよう水平力 $Q=2.5t$ で耐力上昇が頭打ちとなったため、 $C=1.5$ 加力サイクルの途中から変位制御により加力をコントロールし、水平変形 $\delta=150mm$ まで加力した。なお、同図の変形(横軸)は各層中間踊り場先端で測定した変形である。

荷重-変形関係は、ごく初期の段階では剛性が低い、ササラ桁と段板の間に挟み込んだパッキンが潰れて両者が密着すると剛性が高くなる。

荷重の増加に伴い、段板蹴上げ部分のコンクリートにササラ桁が密着し圧壊が生じる。全ての段板でこの圧壊が顕著になる $Q=2.5t$ で最大耐力に達する。最大耐力以降は水平変形を増大させると段板コンクリートの圧壊は進行する。しかし、実験終了時まで耐力低下は生じなかった。

また、第1層・第2層とも履歴ループ形状はほとんど相違は無かった。

履歴ループ形状は、圧壊が発生までは途中から剛性が上昇する(ササラ桁が段板に密着時に剛性上昇)を持つ逆行型のループ形状で、この範囲ではほとんど履歴面積を示さない。圧壊発生後はスリップ型の形状で、第1サイクル目はループが面積を描くが、2サイクル目ではほとんど面積の無いループ形状を示す。

試験体平面内の水平変形分布を図2に示す。前報で述べた通り、水平変形は図中の①-②間、すなわち昇降部で生じており、踊り場部分は剛体変形しているだけであることがわかる。

本階段の各層の最大耐力は約 $2.5t$ であり、昇降部を介して伝達するべき部位の自重($2.2t$)に対して約1倍である。しかし、本試験体は中間踊り場各層に取り付く昇降部が1ユニットであるため、実際の階段では昇降部の水平耐力は自重の2倍に相当する。

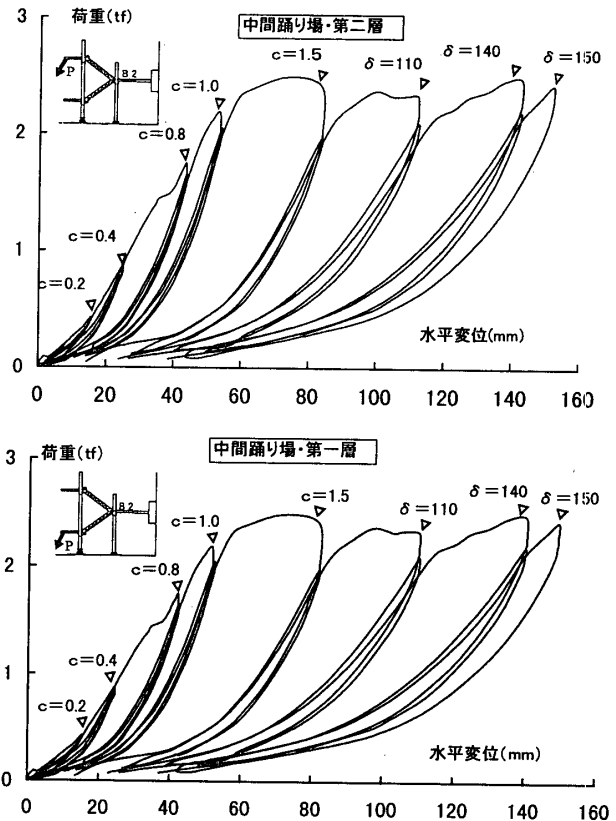


図1 荷重-変形曲線

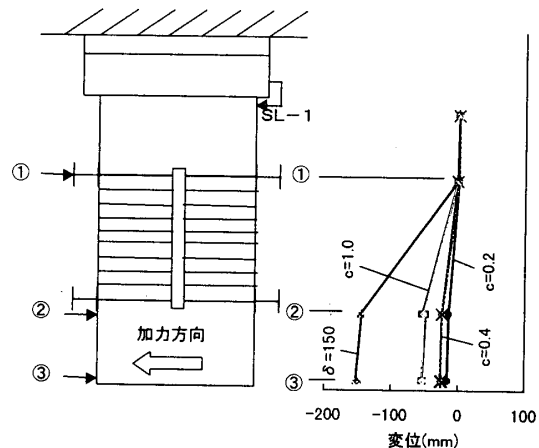


図2. 水平方向変形分布

The development of the hybrid stairs which are composed of steel and pre-cast concrete member
(Part4: The result of the horizontal loading test)

HUKAZAWA kyozo et al.

3. 階段-建物本体接合部分の挙動

建物本体スラブと階段との相対変形のうち両者の離れ変形を図3に示す。同図は各加力サイクル第1サイクル目の階段と建物離れ変形の分布をプロットしたものである。同図から、この部分で生じる回転角は最大でも $1/4500\text{rad}$ 以下であることがわかる。

また、建物と階段のズレ方向の荷重(接合部に作用するせん断力)-変形曲線を図4に示す。同図に示すとおり接合部において建物-階段間にはほとんどズレ変形は生じていないことがわかる。

階段と建物本体スラブ間に配筋された4本のアンカー筋のうち、引張側最外縁のアンカー筋の荷重-歪曲線を図5に示す。アンカー筋は $C=1.5$ の加力サイクルで最大耐力に達する直前に降伏歪を越える。しかし、その後の载荷に伴い塑性変形が大きく進むことはなかった。

以上より、建物本体スラブと踊り場間の一体性は実験終了時まで失われることはなかったと判断される。

4. まとめ

鉄骨とオール PCa 部材から成る階段システムを中高層建物への適用した場合の耐震性能の確認のため水平加力実験を行った。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) 階段全体で生じる水平変形は梯子状に組まれたササrah桁と段板から成る昇降部と踊り場とササrah桁を接合するプレート部分でほとんどを占めた。
- 2) ササrah桁は曲げ変形するとともに大きなねじれ変形も受ける。
- 3) ササrah桁と段板蹴上げ部分のコンクリートが密着し、段板コンクリートに圧壊が生じることにより最大耐力に達する。最大耐力以降水平変形を増大させると、段板コンクリートの圧壊は進むが耐力低下は生じなかった。
- 4) 本階段システムは自重の約2倍相当の水平耐力を有する。
- 5) 建物-階段間の接合部では、階段全体の曲げモーメントにより引張を受ける側で離間が生じる。しかし、その変形量は小さく、回転角では $1/4500\text{rad}$ 以下である。また、接合部でズレ変形は生じなかった。
- 6) 接合部アンカー筋のうち引張縁のものは最大耐力付近で降伏する。しかし、大きく塑性変形することは無かった。以上より、建物-階段間の接合部の一体性が保たれることが確認できた。
- 8) 本報並びに前報に示す通り、本階段システムは鉛直・水平方向ともに荷重に対して十分な性能を有することが確認できた。

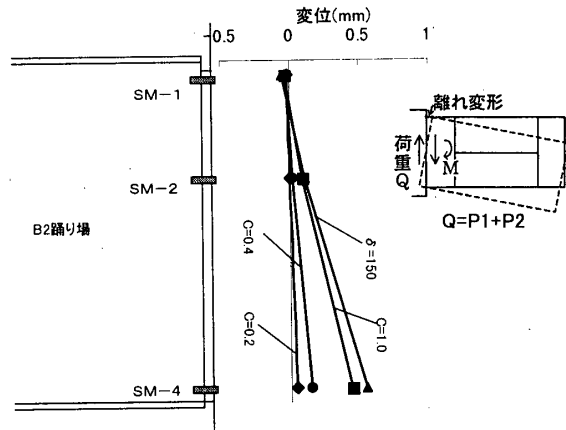


図3. 建物-階段接合部変形(離間)

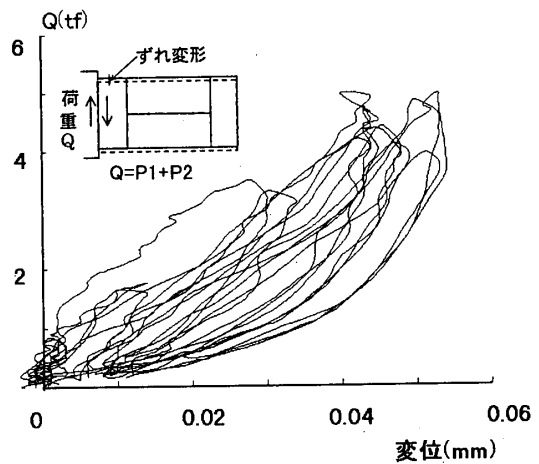


図4. 建物-階段接合部変形(スレ)

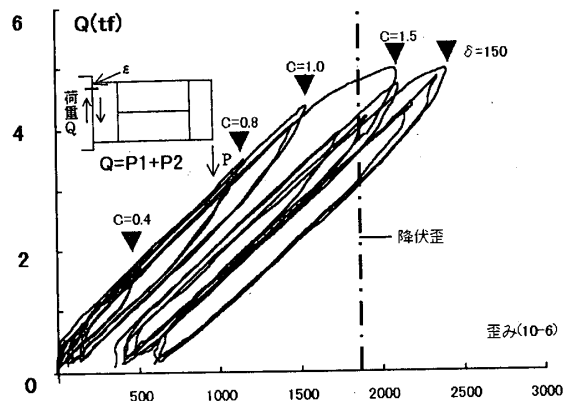


図5. 接合部アンカー筋荷重-歪曲線

【謝辞】 水平加力実験は、東京電機大学と(社)日本建設業経営協会中央技術研究所・東鉄工業㈱との産学共同研究として行われたものである。

実験の実施・資料整理に際しては、勝村建設㈱・青木浩之氏(元同研究所出向研究員)、大都工業㈱・小野純一氏(同前)、長野建設㈱原哲哉氏(同前)、徳倉建設㈱・深津圭司氏(現同研究所出向研究員)、㈱富士工・松川哲巳氏(同前)並びに東京電機大学卒論生・剣持勲の協力を得た。

ここに関係各位に深く謝意を表します。

*1(社)日本建設業経営協会中央技術研究所・工博
 *2 東鉄工業株式会社
 *3 東京電機大学大学院修士課程
 *4 東京電機大学工学部建築学科 助教授・工博

JARGC, Central Research Institute for Construction Technology, Dr. Eng. TOTETSU KOGYO CO., LTD.
 Graduate School, Tokyo Denki University
 Assoc. Prof. Dept. of Architecture, Faculty of Eng. Tokyo Denki Univ. Dr. Eng