

13. PCa コンクリートの手摺分割工法に関する実験的研究

山口 克彦 崎山 和隆
高見 錦一 熊谷 由弘^{*1}
新田 稔^{*1} 宮崎 真^{*2}

要 旨

廊下やバルコニーの躯体用に使われているL型プレキャスト（以下PCaという）部材の製造、運搬コストの低減を図るため、L型部材を床部材と手摺部材の2部材に分割して、現場で組立て接合する工法を開発した。本工法は、手摺部材に埋め込んだ鋼棒を床部材のスリーブに差し込み、グラウトモルタル材で接合してL型部材とするものであるが、実大試験体を作製して加力実験を行った結果、接合部に脆性的な破壊が起きず、部材としての必要な強度を有することを確認した。

キーワード

プレキャスト／バルコニー／接合部／スリーブ／グラウト

目 次

1. はじめに
2. 実験概要
3. 実験結果
4. 耐力評価
5. ま と め

13. EXPERIMENTAL STUDY ON THE METHOD OF ASSEMBLING DIVIDED PRECAST CONCRETE HANDRAIL MEMBERS

Katsuhiko Yamaguchi Kazutaka Sakiyama
Kin-ichi Takami Yoshihiro Kumagai
Minoru Nitta Makoto Miyazaki

Abstract

In order to reduce costs of production and transportation of L-shaped precast concrete (PCa) members used as frameworks of corridors and balconies, a method was developed to joint onsite L-shaped members divided into floor members and handrail members. In this method, steel rods embedded in the handrail member are inserted into the sleeve of the floor member, then the both members are connected by grouting mortar to form an L-shaped member. As a result of loading experiments with full-size specimens, it was confirmed that no brittle failure occurred in the connection and the required strength of members were obtained.

* 1 東京本店プレハブ工場 * 2 東京本店建築部

2.2 試験体の作製手順

スラブ部材と手摺部材はそれぞれ同時期に平打ちで製造し、2週間後にその接合作業を行った。まず、スラブ部材を水平に置き、そのレベル調整用のライナーを床スラブ部材のスリーブの近辺にセットして、手摺部材を正しく建て込み、P Cサポートで垂直度を保てるように仮固定した後、スリーブ部分にモルタルボンブでプレミックスのグラウト材を目地部より充填し、部材の接合を行った。

2.3 共用廊下用手摺ユニットの判定基準と載荷方法

本実験はB L認定基準に唱われている手摺ユニット（墜落防止用手摺）の性能試験方法に記載された「埋め込み金物の強度試験」(3)にしたがって行った。

その認定基準には、

- ・水平荷重強度は300kgf/m 以上
- ・水平荷重30kgf/m 時のたわみは1/50h 以下
- ・水平荷重強度時に破損が生じないこと

が条件としてと示されているため、その規準をクリアするのを目標とした。

載荷方法は油圧式ジャッキを用いて、荷重ピッチを25kgfとして、破壊に達するまで水平荷重を連続的に加えた。変位計を加力点、接合部位置と、その中間の3カ所に設け、水平変位を計測した。鋼棒の降伏状況を確認するために、鋼棒の接合部位置にW.S.Gを貼り付け、鋼棒の歪みを計測した。図-3に取り付けた変位計の位置とゲージの貼り付け位置、および載荷装置の全容を示す。なお、床スラブ部材は台座のH鋼にP C鋼棒で完全固定した。

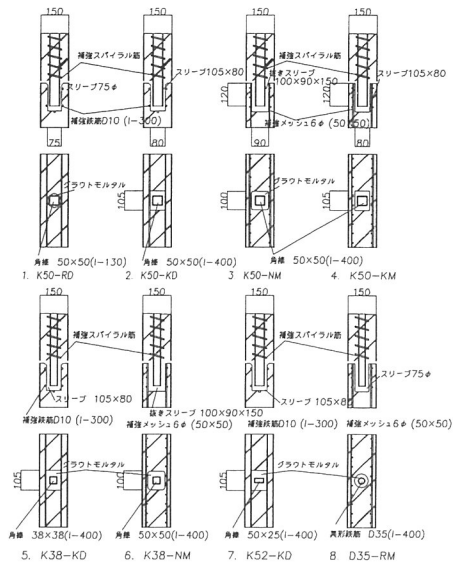


図-2 試験体の接合部詳細図

表-2 材料の力学的性質

試験体名	コンクリート				グラウト	
	手 摺		ス ラ ブ			
	c σ_{B1} (N/mm ²)	E _{c1} (kN/mm ²)	c σ_{B2} (N/mm ²)	E _{c2} (kN/mm ²)	c σ_B (N/mm ²)	E _G (kN/mm ²)
K50RD	34.5	32.3	32.3	32.4	51.1	24.2
K50KD	33.0	34.9	37.1	29.6	45.3	23.8
K50NM	32.3	32.4	34.5	33.3	51.1	24.2
K50KM	32.4	32.2	34.8	33.9	46.0	23.4
K38KD	37.7	33.9	36.9	35.2	40.9	24.8
K38NM	36.0	32.6	32.3	32.8	46.2	23.8
K52KD	39.8	34.9	39.8	34.9	37.5	24.5
D35RM	36.2	29.5	32.4	32.2	46.0	23.4

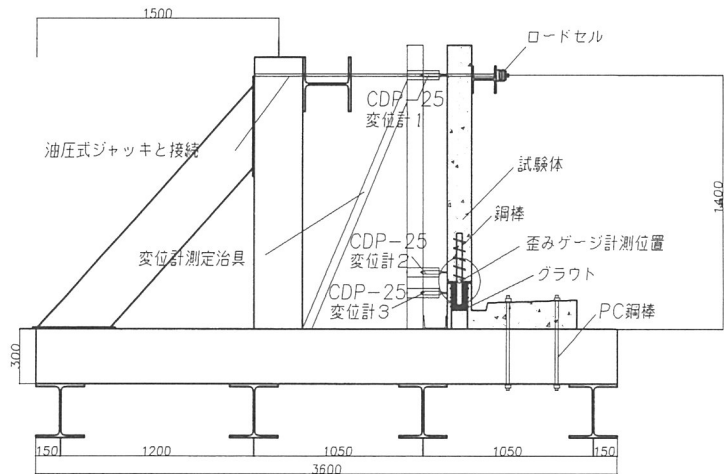


図-3 変形とゲージ取付位置を示した載荷装置図

3. 実験結果

3.1 最終ひび割れ状況

図-4に各試験体の加力後の最終ひび割れ状況を示す。すべての試験体で、手摺部材と床スラブ部材との接合部分に曲げひび割れが最初に確認され、水平変位の増加とともにひび割れ幅が増加した。D35RM・K38KDには認められなかったが、鋼棒が埋め込まれている接合位置の近傍で、斜め45度方向に進展するひび割れの発生が認められた。なお、すべての試験体において、床スラブ部材のL型となる付け根部分（以下立上がり部分）にひび割れの発生が認められたが、破壊まで進展していなかった。

3.2 載荷履歴曲線（水平荷重と変形の相関関係）

水平荷重（P）と変位（ δ ）との関係を、図-5に示す。部材角 $R=1/300\text{rad}$ 、 $R=1/100\text{rad}$ および、 $R=1/50\text{rad}$ の位置と支柱として用いられた鋼棒の降

伏歪み位置を図中に示す。支柱の鋼棒に異形鉄筋を使用した試験体（D35RM）では、初期剛性が小さく、最大耐力に達した後、急激に耐力低下するエネルギー吸収の少ないスリップ型であるのに対し、その他の試験体では紡錘形の履歴性状を示している。中でも支柱の鋼棒に50m/m角の鋼材を用いたK50シリーズ（K50KD・K50RD・K50KM・K50NM）は最大耐力に達した後の耐力低下は緩やかであった。また、支柱の鋼棒に38m/m角の鋼材を用いたK38シリーズ（K38KD・K38NM）は部材角 $R=1/100\text{rad}$ に達した後、曲げひび割れが発生しているのに対し、K50シリーズでは、部材角 $R=1/300\text{rad}$ から $R=1/100\text{rad}$ の間に曲げひび割れが発生し、最大耐力に達する。なお、スリーブの補強方法の違いは、K38KDとK38NMを比較すると、鉄筋で補強した試験体（K38KD）の方が曲げひび割れ発生後の耐力上昇が顕著であった。

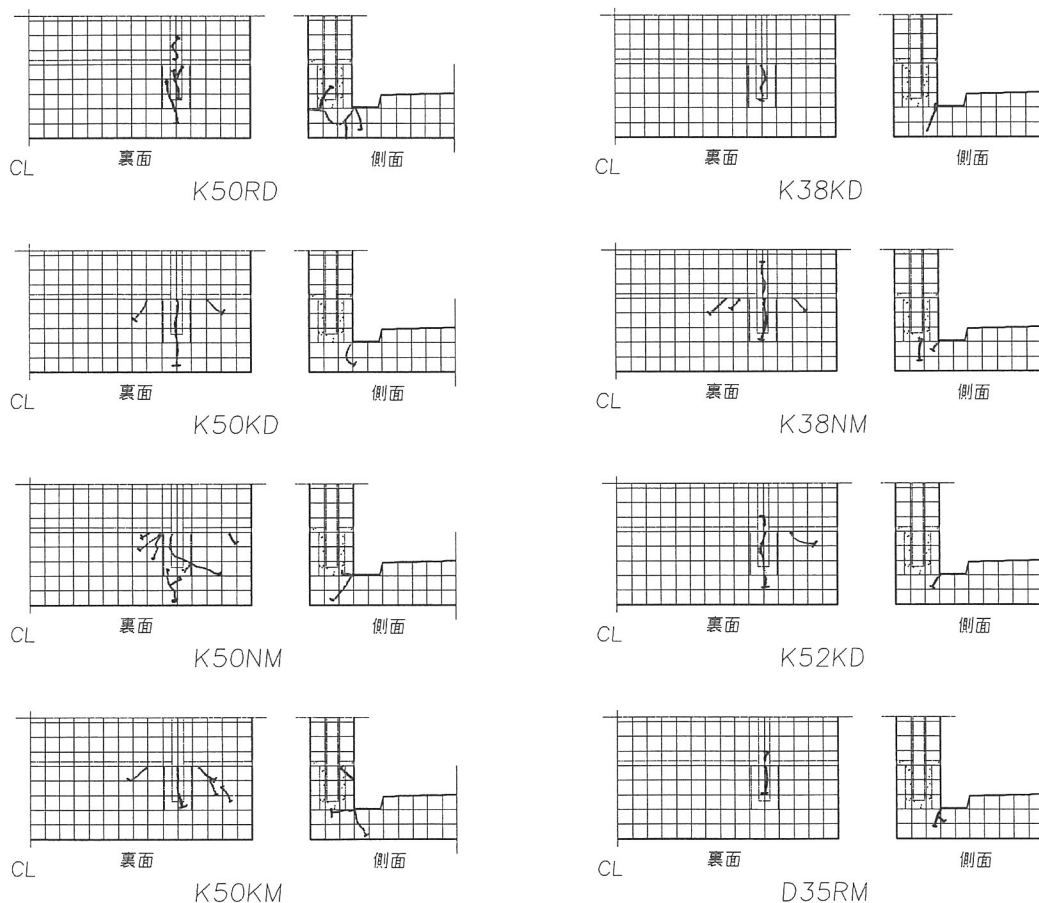


図-4 最終ひび割れ状況図

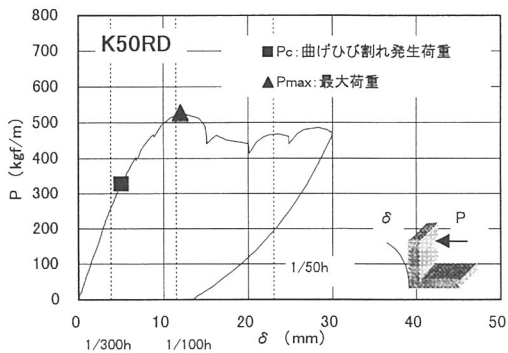
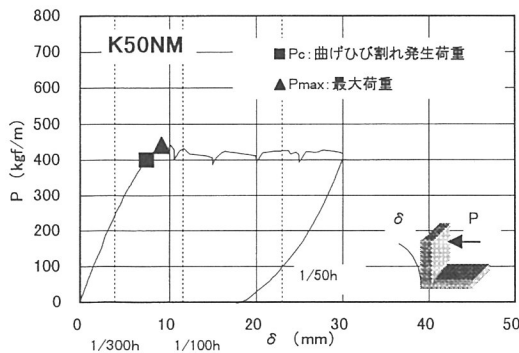
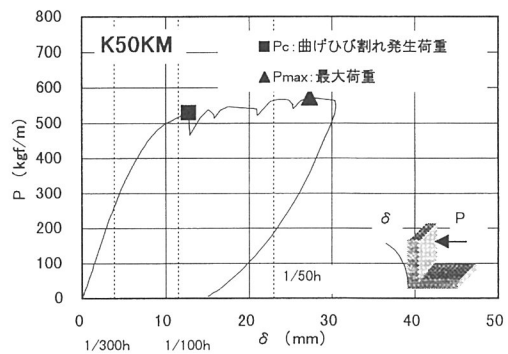
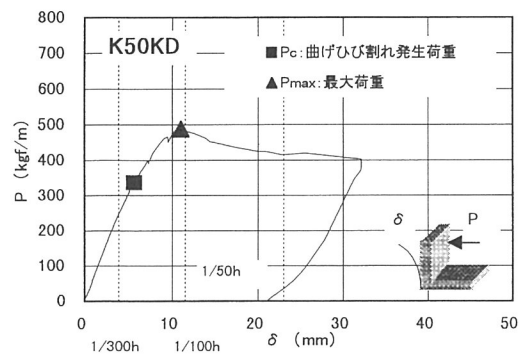
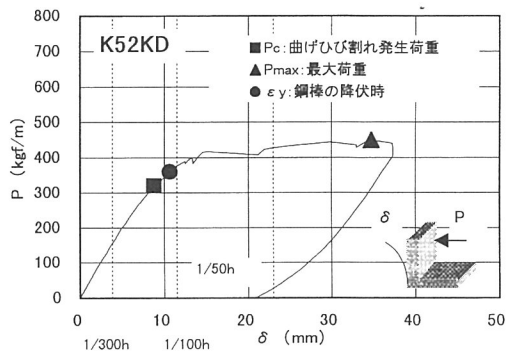
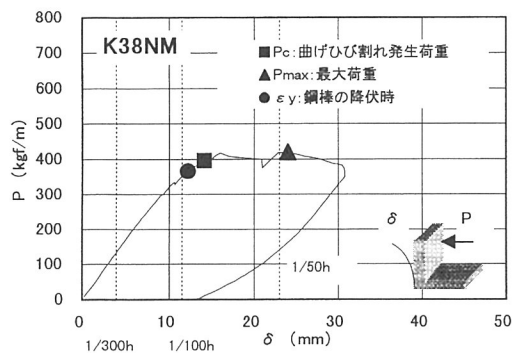
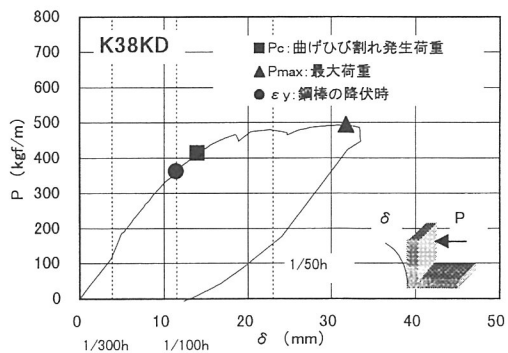
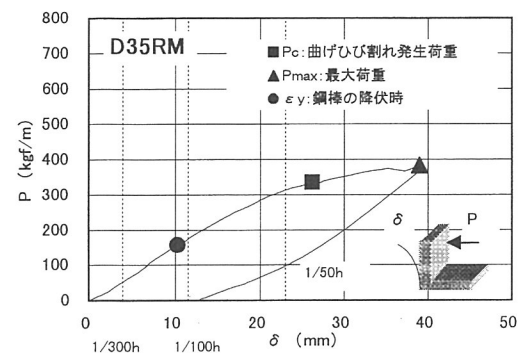


図-5 水平荷重と変形の相関関係

4. 耐力評価

4.1 破壊性状とその検討

実験の前に考えていた3種類の破壊性状を図-6に示す。実験データおよび観察結果から、D35RMは(a)図の鋼棒端部で降伏する支柱降伏を示し、K50KD・K50RD・K50KM・K50NMは(b)図の埋め込み鋼棒の上端部に生じた支圧力によるコンクリートの局部破壊を示し、K38KD・K38NM・K52KDは(a)、(b)の状態が同時に発生する性状を示しているものと推測する。

4.2 最大耐力の実験値と計算値の比較

表-3に各部材の最大耐力の実験値と計算値とを比較したものを示す。計算式には文献¹⁾に示されている埋込型柱脚の理論式を用いた。

いずれの試験体も床スラブ部材の立ち上がり部分のせん断破壊による計算値(sM_c)が最小である。実験値と床スラブ部材の立ち上がり部分のせん断破壊による計算値の比(M_E/M_Y)は、D35RMを除くと1.00~1.28であり計算値と実験値は良く対応している。しかし、計算値の中で最も低い床スラブ部材の立ち上がり部分のせん断破壊(sM_c)は生じておらず、コンクリートの圧壊による耐力(M_c)で決まっているので、破壊状況と計算値が一致していない。今後、その原因を解明するとともに計算式を検討することが必要と考える。

5. まとめ

今回の実験では、主にスラブと手摺を一体化したユニットの耐力について検討を行い、以下のことが分かった。

- 破壊性状は、D35RMを除き支柱としての鋼棒の支圧力によるコンクリートの局部破壊である。



図-6 破壊性状

- 支柱としては、38m/m角以上の断面性能を有する鋼棒が有効である。
- スリーブ周辺の補強方法は、鉄筋で補強する方法が有効である。
- 手摺ユニットの耐力は鋼棒周辺のコンクリートの圧縮強度によって決定する。

今後、実際の破壊性状に対応する計算式の誘導ができるように、破壊のメカニズムも含めて検討していきたい。なお、今回の実験では施工精度を考慮して、接合部分に目地を設けることにしたが、将来、支柱に発錆する恐れもあり目地を設けず、メタルタッチとする工法も検討していかなければならないと考えている。

【参考文献】

- 野々上昌弘ほか：P C aコンクリート手摺板の耐力・変形性能に関する実験的研究（その1～その2）、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1001～pp.1004、1992、9
- 末永晋一ほか：P C a手摺部材の構造性能に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.457～pp.458、1997、9
- 財団法人ベターリビング：手すりユニット（墜落防止手すり）認定基準
- 秋山宏：鉄骨柱脚の耐震設計、技報堂出版

表-3 実験値と計算値の比較

試験体名	M_s (t・m)	sM_s (t・m)	M_c (t・m)	sM_c (t・m)	M_E (t・m)	M_E/M_Y	破壊モード
K50RD	0.83	3.81	0.64	0.35	0.45	1.28	(b)
K50KD	0.83	3.81	0.74	0.39	0.42	1.08	(b)
K50NM	0.83	3.81	0.69	0.37	0.37	1.00	(b)
K50KM	0.83	3.81	0.69	0.37	0.46	1.24	(b)
K38KD	0.36	2.20	0.64	0.38	0.40	1.06	(a) (b)
K38NM	0.36	2.20	0.56	0.34	0.36	1.05	(a) (b)
K52KD	0.41	1.91	0.51	0.31	0.36	1.17	(a) (b)
D35RM	0.28	1.07	0.54	0.34	0.29	0.85	(a)

M_s ：全段面の降伏耐力 sM_s ：埋め込み部のせん断降伏耐力 M_E ：実験値

M_c ：コンクリートの圧壊による降伏耐力 sM_c ：床スラブ部材の立ち上がり部分のせん断破壊による耐力
(a) 支柱降伏 (b) コンクリート上部圧壊 (a) (b) 支柱降伏とともにコンクリート圧壊