

## V-6 プレキャストパネルの接合

北海道工業大学 正員 犬塚 雅生  
 “ 正員 堀口 敬  
 “ 正員 原田 勝男  
 “ 学生員 吉田 輝義  
 “ 学生員 橋本 陽二

## 1 まえがき

プレキャスト部材を利用した施工において、①部材どうしの接合が一体化されること②接合が急速に行なわれること等による利益は大きい。本報告はこれらの2点を考慮して、継手部の開発を試みたものである。

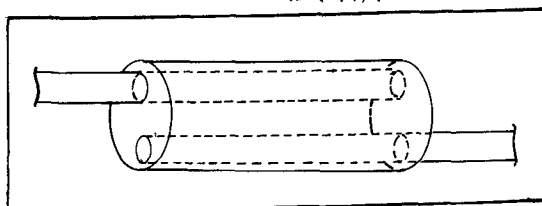
ペーストやモルタルを充てん材とした引抜き試験の後その継手を利用したパネルを製作しその曲げ試験を行なった。またパネル実験の結果をボックスカルバートに応用し、自動設計プログラム(フォートランIV)を開発した。

## 2 継手の実験

## 2-1 継手の形状

継手は外径49mm、内径44mmの内管を押しつぶして長径は50mm、短径は35mmのだ円形状にしたもので、その形状は図-1に示すものである。なお管長は20cm、鉄筋はD16を使用した。

図-1 継手の形状



## 2-2 各実験結果

## 2-2-1 セメントペーストによる実験

充てん材にセメントペーストを用いて引抜き試験を行なった。その結果は表-1に示した。セメントは小野田ジェットセメントを使用し、膨張材はアサノジブカルを用いた。

この結果より膨張材を加えることは、強度の増加を伴うので有効であると考えられる。しかしこのセメントペーストでは硬化する時間が速く施工時のペースト充てんが困難であると考えられた。

表-1 2-2-1の実験結果

注) 膨張材はセメントに対する重量比

|   | 膨張材(%) | 水セメント比(%) | 材令(時間) | 強度(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--------|-----------|--------|-------------------------|
| ① | —      | 60        | 4      | 713                     |
| ② | —      | 60        | 8      | 335                     |
| ③ | —      | 60        | 24     | 1550                    |
| ④ | —      | 60        | 96     | 5375                    |
| ⑤ | 12     | 60        | 24     | 3563                    |
| ⑥ | 10     | 60        | 24     | 3875                    |
| ⑦ | 10     | 65        | 24     | 3475                    |
| ⑧ | 6      | 60        | 4      | 975                     |
| ⑨ | 6      | 60        | 24     | 1825                    |
| ⑩ | 6      | 80        | 24     | 1550                    |

## 2-2bモルタルによる実験

ジェットセメントに標準砂を加えたモルタルを充てん材として引抜き試験を行なった。その結果は表-2に示してある。

表-2 2-2bの実験結果

|   | 膨張材(%) | 水セメント比(%) | 標準砂(%) | 材令(時間) | 強度(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--------|-----------|--------|--------|-------------------------|
| ① | —      | 60        | 20     | 24     | 2200                    |
| ② | —      | 60        | 25     | 24     | 2625                    |
| ③ | —      | 60        | 30     | 24     | 2525                    |
| ④ | 5      | 60        | 25     | 24     | 4738                    |
| ⑤ | 11     | 60        | 25     | 24     | 4775                    |
| ⑥ | 11     | 60        | 20     | 24     | 5538                    |
| ⑦ | 11     | 60        | 30     | 24     | 4638                    |

注)

- 膨張材はセメントに対する重量比
- 標準砂はセメント+膨張材に対する重量比

標準砂を加えることにより若干ではあるが硬化速度が遅くなったようである。なお表-2の⑥の強度が大きくなっているがこの原因は充てんがより密実に行なわれたものと考えられる。

次に表-2の⑤の配合によるモルタルで引抜き試験を行ない管のひずみを測定した。このとき管長を25cmとしたがこれはボックスカルバートの設計で継手長を25cmとしたためである。ストレングスの位置は図-2に示した。その測定値をグラフにしたものが図-3である。材令は10日である。

このとき鉄筋は6200Kg/cm<sup>2</sup>で切断し、降伏点は4000Kg/cm<sup>2</sup>であった。

図-3より中央付近断面B-Bを見ると軸方向は圧縮、軸方向に垂直の方向は引張をうけていることになる。

このときA-A断面、C-C断面の軸方向はテンションをうけ、それと垂直の方向もテンションをうけている。

このことからリングテンションにより鉄筋を拘束していることは明らかである。

鉄筋が引張応力の降伏点に達するとA-A断面、C-C断面の拘束力が低下する。鉄筋の張力は中央部にうけもたれていき断面B-Bの軸方向のひずみはその張力をうけて引張に転ずる。したがって軸と垂直方向は圧縮に転じていると考えられる。ひずみの最終測定点から破断にいたる点の応力では上記のメカニズムと異なった鉄筋の拘束条件があると考えられる。以上のことによりこの継手は鉄筋の降伏点までは十分に耐えると考えられる。

図-2 ストレングスの位置

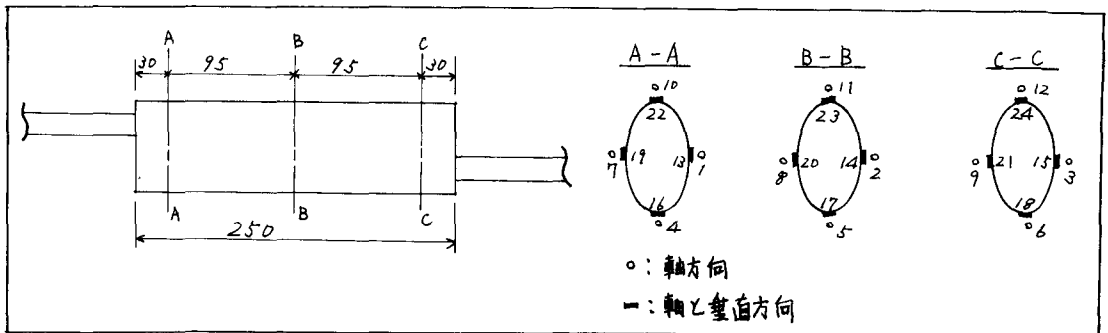
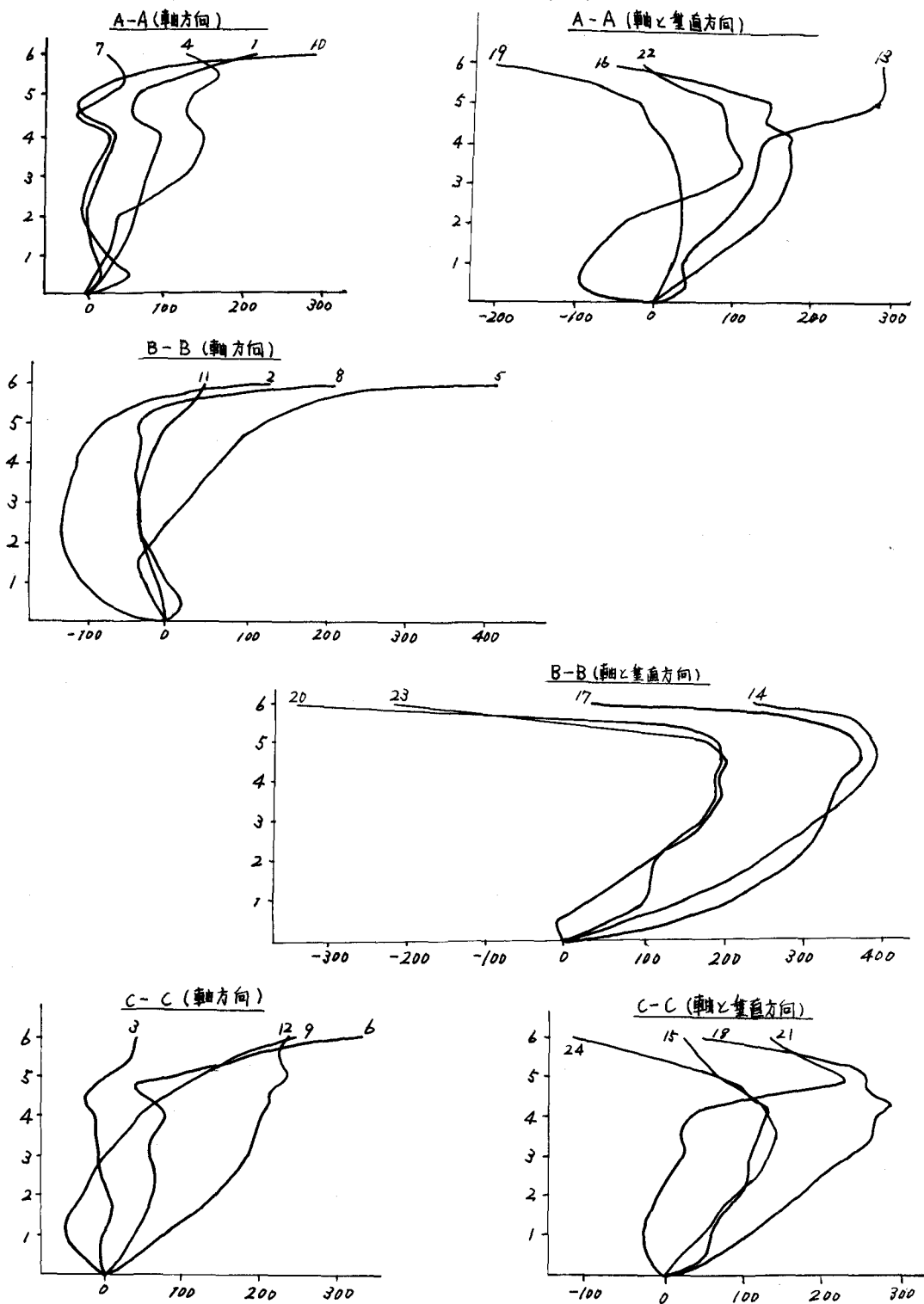


図-3 継手のひずみ

注) 縦軸は鉄筋の引張応力 ( $Kg/cm^2$ ) , 横軸はひずみ量 ( $\mu$ )



### 3 継手構造を持つパネルの強度実験

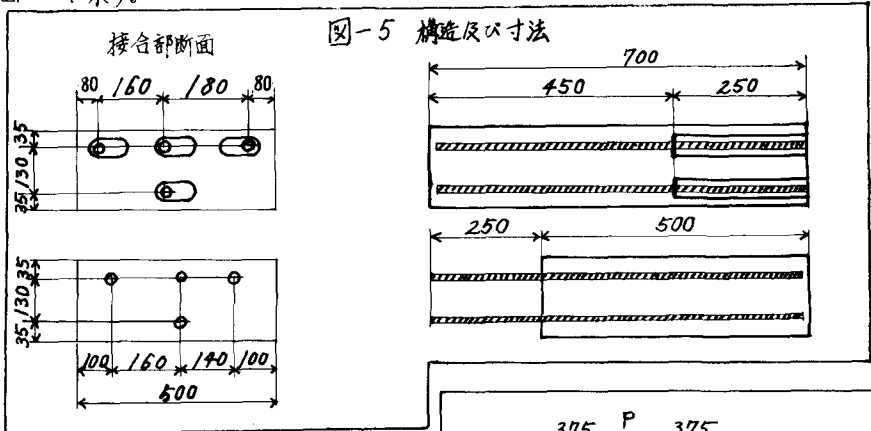
前記の実験で用いた継手部の構造をパネルの構造に導入した供試体を作製し、曲げ試験を行い一体化に十分な強度があるかを実験した。なお、載荷方法は2点集中荷重(図-4)で行なった。接合に使用する充てん材の配合は、表-2の⑤を用いた。

#### 3-1 測定方法

図-4に示すように、供試体に作用する2点の集中荷重間に圧縮面・引張面それぞれの同一地点に、ストレンゲージを取り付けた。段階的に荷重を増加させるごとにひずみ量を測定し、供試体におけるモーメント、曲率を求めた。

#### 3-2 構造及び寸法

構造及び寸法は図-5に示す。



#### 3-3 実験結果

2点集中荷重で載荷するにあたって、2点間の載荷位置があきすぎていたためかスパン中央断面が曲げ破壊に至る前に支点部分がせん断破壊した。次に図-6に示す様に、せん断破壊をした部分をさけて1点集中荷重を載荷し曲げ破壊を試みたが、この実験も支点部分がせん断し、曲げ破壊は起きなかった。また接合部分には、2回の実験を通して破壊につながる亀裂は生じなかった。なお接合部に用いたモルタルの曲げ及び圧縮試験は、表-3に示す結果であった。

供試体がせん断破壊に至る状態と最大荷重時のせん断応力は表-4に示す。2点集中荷重時のひずみから求めたモーメント・曲率・ $\theta$ は図-7に示す。

図-4 載荷位置及び測定位置

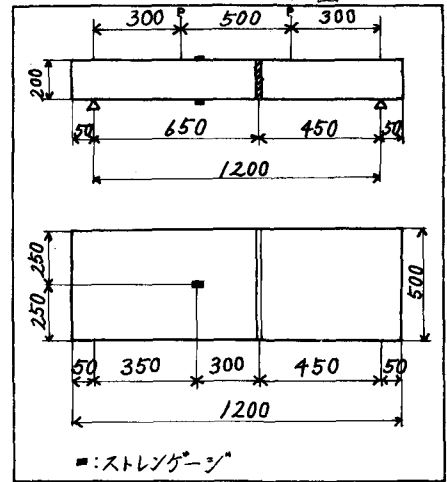


図-5 構造及び寸法

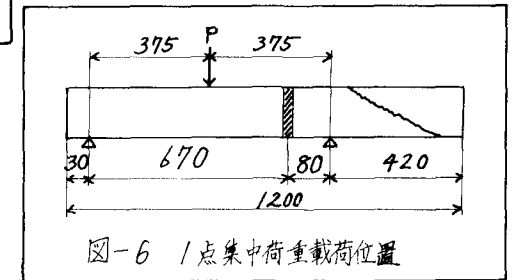


図-6 1点集中荷重載荷位置

表-3 モルタルの曲げ及び圧縮試験結果

| No.                        | 1      | 2      | 3      |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| 供試体重量(kg)                  | 463    | 463    | 462    |
| 曲げ最大荷重(kg)                 | 233    | 230    | 225    |
| 曲げ強さ(N/mm <sup>2</sup> )   | 54.52  | 53.82  | 52.65  |
| 試験平均値(N/mm <sup>2</sup> )  | 53.66  |        |        |
| 圧縮最大荷重(kg)                 | 6380   | 6580   | 6170   |
| 試験圧縮強さ(N/mm <sup>2</sup> ) | 378.75 | 411.25 | 385.63 |
| 試験平均値(N/mm <sup>2</sup> )  | 404.17 |        |        |

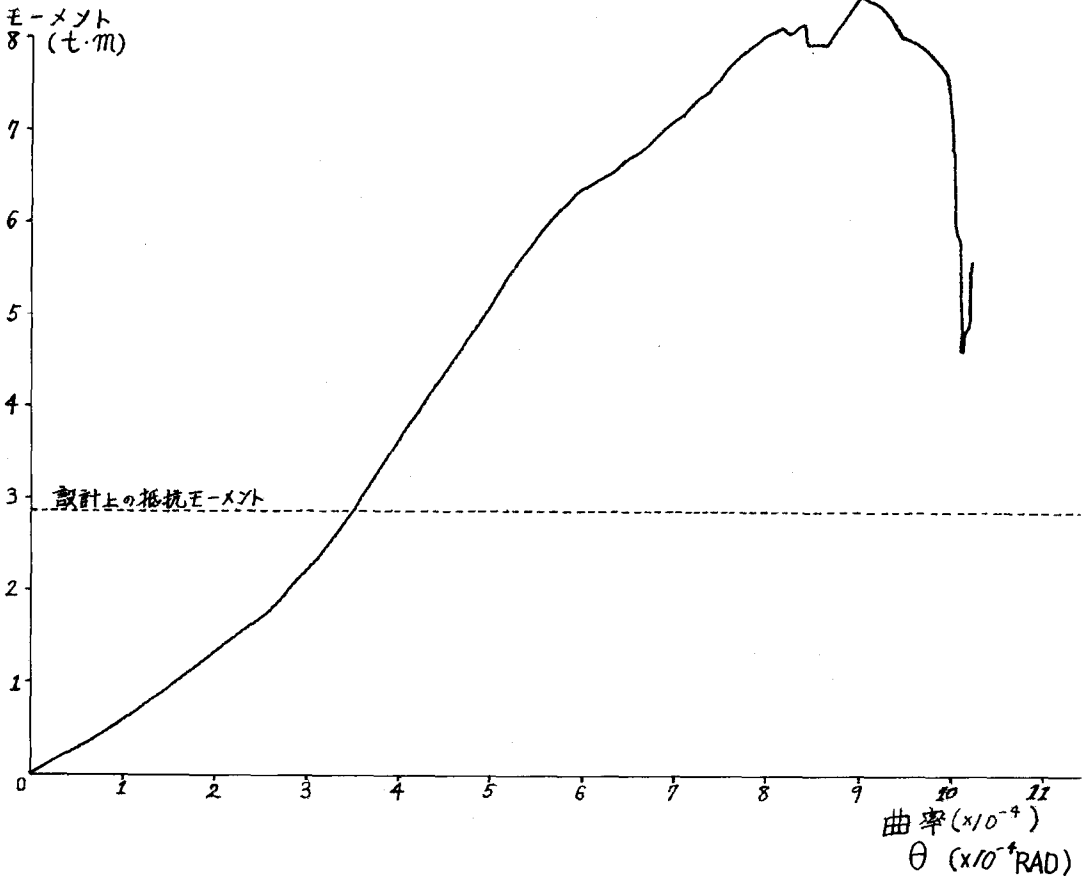
### 3-4 考察

1点集中荷重における実験では、載荷点を中心として、一体部と継手部とが対称している。載荷重量21tで、一体部のみがセン断破壊した。従って、継手部のセン断抵抗は、一体部に劣らないと、考えられる。2.の曲げ試験において、曲げ破壊は観察されなかった。しかし、図-7に見るように、継手部の極限曲げモーメントは、8.4t・mとなり、設計上の抵抗モーメントの4.5倍となった。グラフの線形から、継手部が一体構造として挙動する様子が見られた。したがってパネルは、一体化していると考えられる。なお問題点として、実験に用いたモルタルは、モルタル混合開始から硬化までが短時間(3~4分)であることが作業の融通性を制約する。この問題は作業規模の拡大に伴ない施工を一層困難にする。充てん材の硬化時間のコントロールに関しては、今後の研究に待つ所が多い。

表-4 破壊状態とセン断応力

| 2点集中荷重                                                                            | 1点集中荷重                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 9t 亀裂発生<br>21.7t 支点部分セン断破壊<br>セン断応力<br>$\sigma = 12.7 \text{ t/cm}^2$             | 21t 支点部分セン断破壊<br>セン断応力<br>$\sigma = 12.3 \text{ t/cm}^2$                           |
|  |  |

図-7 曲率とモーメントの関係



#### 4応用

プレキャストの接合実験から、次の段階としてコンクリート工作物に、前記の実験に使用した継手を導入するものとして、ボックスカルバートを考え自動設計プログラムを作製した。なお軽量化を図るために、頂版及び底版をプレストレストコンクリート製とし、最少版厚を求めるようにした。方式はプレテンション方式である。プログラムは、設計条件（内径寸法、土かぶり、PC鋼材と鉄筋の径及び断面積、等）を入力すると、出力として、各モーメント・せん断力・応力、PC鋼材と鉄筋の必要量・本数・間隔、各版の版厚等が求められるものである。フローチャートを図-8に示す。

図-8 フローチャート

