

この項に関しては、セメント技術年報Ⅳに詳論した著者の報文がある。

これは要するに、定常時の発熱量と放熱量との平衡条件より求めるもので、この時の外気温  $\theta_a^\circ\text{C}$ 、コンクリート表温(平均)  $\theta_c^\circ\text{C}$ 、電力量  $W$ ワット、コンクリート放熱面積  $F_a\text{m}^2$ 、水分の蒸発を考えると蒸発面積  $F_e\text{m}^2$  であるとき、次式より求める。

$$W = \frac{1}{J} \{KF_a(\theta_c - \theta_a) + 600H_e\}$$

$$H_e = K_v(H_w - H_a)F_e f(w)$$

但し  $H_e$ : 蒸発量

式中、 $J$ : ジュール熱 = 0.864

$K$ : 放熱面熱貫流率 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>C

600: 蒸発熱

$H_w$ : 表温における水蒸気

$f(w)$ : 風速 mm/sec による係数

最大張力 Hg 柱 mm

$K_v$ : 蒸発率 = 0.012, 表面完全に濡れているとき 0.020

尚、 $K$ kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>C は  $\theta_c - \theta_a^\circ\text{C}$  輻射、風速の函数で、実験又は既知の物理量より求められ、セメント技術年報Ⅳに詳述し数表として揭示した。

## 8. 結語

近年 AE コンクリートの出現により、寒中コンクリート工法はその必要性が多少減少したかのように見られ易いが、コンクリートの急速硬化を計り、脱型を早めるためにはこの電気養生は著るしく有効であり、ボゾランの使用その他の組合わせて、その将来性もあると思われる。そのためにも、この工法にある程度計画性をもたせることは是非必要なことである。著者は以上述べた所よりして、相当の計画性が得られると信ずる。最近の著者の実験では、この適用により相当計画性のある施工をなし得ている。

茲に、著者の特に提唱したい方法は、上昇温度の最高値及び、外気温の予想より必要な電力を算定し、変圧又は抵抗挿入により、あるいは電極配置により、計画量の電力を消費せしめて、所期の効果を上げんとする方法である。

最後に、始終温情の下に本研究を指導頂いた恩師近藤先生に深い敬意をさし上げる。

付記 5. に述べた極配置と抵抗の解法の参考文献セメント技術年報Ⅲ, 著者: 電気養生コンクリート内部の電流に対する一考察  
セメントコンクリート誌 1950.9月, 福岡醇一: コンクリート電気養生法における2, 3の問題(その他専門電気学の著書に多数あり) (昭. 25. 11.20)

## 鉄筋コンクリート部材の接合に関する実験的研究

准員 吉村 虎 蔵\*

### ON THE EXPERIMENTAL STUDY OF BUILT-UP PRE-CAST REINFORCED CONCRETE MEMBERS.

(JSCE April 1951)

Torazo Yoshimura, C.E. Assoc. Member

**Synopsis** This paper presents the results of certain tests made with a view of getting some experimental information with regard to the strength of the monolithic type and that of the structure which consists of pre-cast members jointed at a junction in reinforced concrete structures. The tests were carried on a girder jointed at the top of an interior column and a girder jointed by an end column in the rigid framed structure.

**要旨** 鉄筋コンクリート構造物に於て、プレキャストの部材を接合して組立てた構造と一体式構造との強度を比較するために、ラーメンの内柱上の梁接合部と、外柱と梁との接合部とについて夫々比較実験したものである。

### 1. 緒言

鉄筋コンクリート構造物こそは土木建築の技術者が現場で自らの手ですべてを造らねばならない唯一の

構造物である。然し他の構造物のように、鉄筋コンクリートのプレキャスト部材をうまく接合して、一体式鉄筋コンクリート構造に劣らない構造物が得られるならば、同一規格の土木構造物或いは建築物の大量施工に当つては、1) 現場仮作工事費を儘少にし、2) 手軽に確実に短期間に施工が出来、3) 比較的季節天候に左右されず、4) 与えられた材料で最も齊等質且つ最も大きい強度をもつ、5) 現場の作業量の最も少い工法となつて、このような構造物はその用途の如何、

\* 熊本大学工学部講師、応用力学教室

適切な計画によつて最も優れた工法となり得るであろう。筆者はまずこのような構造物のうち次の二つの部分を対象として夫々一体式構造との強度比較実験を行った。

2. 実験の対象

数層数スパンのラーメンに於て、内柱柱頭上にプレキャストの梁を接合して図-1(a)のように負曲げモーメントが働く場合、及び隅角部については最上層最外端の隅角に図-1(b)のように負曲げモーメントが働く場合の二つを実験の対象とした。接合の方法は種々の案があるがまず図のような場合について行った。図中陰影部は現場で接合に用いるコンクリートであつて、この中にプレキャスト部材から突出している鉄筋を埋込むのである。

図-1

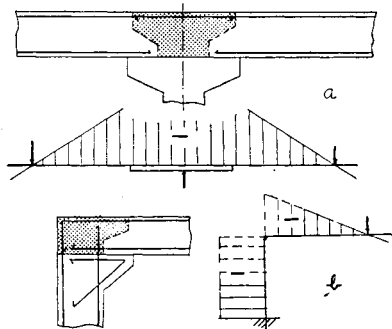
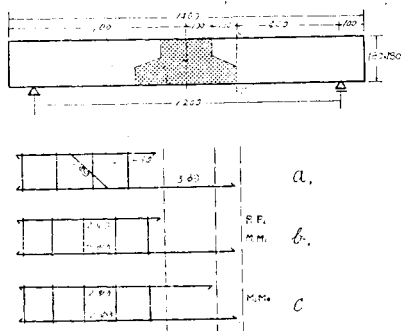


図-2



3. 梁の強度比較試験

a) 供試体 図-2(a),(b),(c)の3種類の供試体を用いた。(a)は第1回に試験した梁であつて折曲鉄筋を入れたが、第1回試験の結果からみて第2回試験では、(b),(c)のように折曲鉄筋を除き、肋筋を接合部に入れて主筋も少くし、圧縮部コンクリートの破壊前に引張鉄筋が降伏するようにした。(c)は圧縮鉄筋をも接合部に埋込んだものである。載荷別及び供試体数は表-1の通りである。

表-1

供試体	載荷法	P梁数	M梁数	摘要
図-2a	中央集中荷重	2	2	第1回試験
図-2a	中央部分荷重	1	1	第1回試験
図-2b	中央部分荷重	2	2	第2回試験
図-2c	中央部分荷重	0	2	第3回試験

計 12

註) P梁:プレキャスト部材を接合した梁, M梁:一体式梁

練り混ぜは手練で行い一練毎に梁1個とし、P梁は約2週間前に製作し、M梁のコンクリート打ち当日にP梁接合部のコンクリートを打ち、一練毎に円柱形供試体をとつた。接合部コンクリート打ちの際には接合面をノミで粗に仕上げ充分水を与えて打つたが、工場生産の場合では当然噴射水又は圧搾空気によつて接合面を粗にすべきであろう。養生は室外で一週間撒水養生、型枠取外しは試験前日、材令は表-2の通りである。

表-2

供試体	P梁(日)	M梁及P梁接合部(日)	養生期日
図-2a	40	28	1947.4.24~6.4
図-2b	47(P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> )	28(M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> )	1947.6.12~7.28
図-2c		28(M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> )	1947.7.1~7.28

註: ( )内は梁名

b. 試験 試験機は180tオルゼン万能試験機を用い、荷重100kg毎に1/100mmダイヤルゲージで梁の中央撓みを測定した。中央部分荷重としては(構造物ではブラケットに相当する)100×50×400mmの鉄板2枚を重ねてこの上に集中荷重をかけた。梁表面には石膏を塗つて龜裂の観察を容易にし、龜裂の観察記録は梁の左右前後4名で行つた。

c. 試験結果及びその検討

(1) 集中荷重試験: 毛状龜裂はP梁に稍早目に生じ、傾斜龜裂は殆んど同じ荷重にて発生し接目に無関係に生長しその状態は図-3(a)のようである。破壊荷重は圧縮部コンクリート強度に左右されている。撓みはP梁の方が小さかつた。

(2) 部分荷重試験: 毛状龜裂、傾斜龜裂、引張主鉄筋降伏、破壊荷重をまとめると表-3のようになる。龜裂状態及び撓みを図-3(b), 図-4に示す。

表-3

試体	最大荷重(kg)	最大撓み(mm)	最大引張力(kg)	最大引張力(kg)	最大引張力(kg)	最大引張力(kg)
P	1200	1500	2400	2100	3250	4550
P	1350	1950	2850	2650	3950	4775
M	1500	1900	2600	2300	2900	3650
M	1700	1700	2200	2100	3100	3750
M	1400	1400	2350	2300	2150	4175
M	1500	1500	2100	2350	3500	4000

図-3

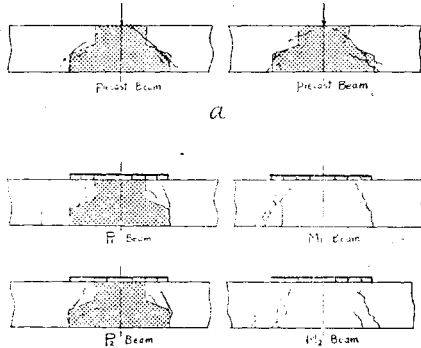
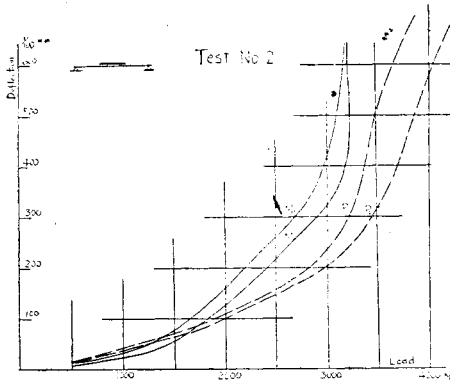


図-4



表でみると毛状龜裂は P 梁に於て稍早目に生ずるが、発生場所は M 梁と同一の場所であるから、ブラケットの長さや接合部の長さを適当にすると P 梁龜裂の発生をおくらせることが出来るであろう。

梁に生ずる傾斜龜裂は接合面には何等影響されない。龜裂発生荷重は梁の片側面のみについて言えば大差ないが、前面後面にて差が割合に大きく出ている。

梁は荷重 2900kg のとき c'-c' 断面(図-2)で引張鉄筋が降伏するように設計し(鉄筋の降伏点 3400kg/cm<sup>2</sup>)、このときの圧縮側コンクリートの応力は 90.6kg/cm<sup>2</sup> である。試験結果よりみると M<sub>3</sub> 梁を除く梁では、計算値と大体似た値が出ている(M<sub>3</sub> 梁は試験中、試験機の操作を過つて、650~1600kg の間急荷重をかけた)。

表-5

供試体	P材(日)	M材及P材接合部(日)	養生 期 日	摘 要
角曲げ	34(P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> )	22(M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> )	1947. 7. 25~ 8. 27	第3回試験
丸曲げ	34(P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> )	22(M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> )	1947. 7. 25~ 8. 27	第3回試験
丸曲げ	41(P <sub>5</sub> , P <sub>6</sub> , P <sub>7</sub> )	28(M <sub>5</sub> , M <sub>6</sub> , M <sub>7</sub> )	1947. 11. 11~12. 23	第4回試験
計	14			

註: ( )内は材名

表-4

梁 名	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	材令(日)
P <sub>1</sub>	218	47
P <sub>2</sub>	235	47
M <sub>1</sub>	217	28
M <sub>2</sub>	206	28
M <sub>3</sub>	—	28
M <sub>4</sub>	178	28
P <sub>7</sub> (接合部コンクリート)	244	28

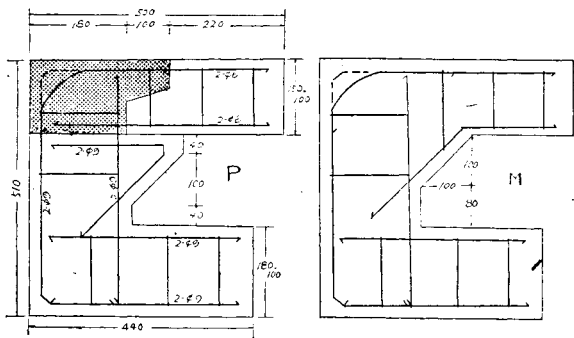
破壊荷重は P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 梁が優れているが、これは円柱形供試体の耐圧強度をみれば理解出来る。即ち M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub> 梁は複鉄筋の影響がうかがわれる。

撓みを梁 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>; M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> について比較すると毛状龜裂発生頃迄は P 梁の方が撓みが稍大きいがその後は P 梁の方が小さくなっている。これは次のように考えることが出来る。即ち P 梁では極端に言えば初めから龜裂があつたために龜裂が表面に出ても撓みは急に変わらないが、M 梁では毛状龜裂が発生すると撓みが急に増す。そして龜裂発生後は材令の相異による弾性係数の大きい P 梁の方が撓みが小さいと考えられる。

4. 隅角部強度比較試験

a. 供試体 図-5 に示すように隅角部の鉄筋は、外側の鉄筋の曲げ方を丸曲げ、角曲げの2種類として夫々 P 材 M 材の強度を比較した。練り混ぜ、打込み及び接合面施工は梁の場合と同様にし、養生は室内放置のままとし、型枠取外しは試験前日、材令は表-5 の通りである。

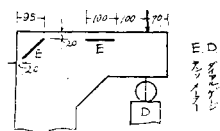
図-5



b. 試験 試

図-6

試験機は50t 万能試験機を用い、荷重直下に 1/100mm ダイヤルゲージを装置して 100kg 毎に梁部の撓みの読みをとつた。また図-6 のようにエクステンソメーターを2個



取付けてコンクリート表面の伸びを観察した。

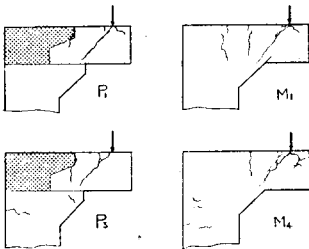
c. 試験結果及びその検討 毛状龜裂発生、傾斜龜裂発生、破壊荷重をまとめると表-6 のようになる。龜裂状態を図-7 に示す。龜裂及び破壊荷重については梁試験の場合と同様のことが言える。

表-6

材名	引張鉄筋長さ	引張鉄筋寸法	破壊荷重
P1	1700	1750	1525
M1	1700	1750	2252
P2	1100	1150	2574
M2	1100	1150	2052
P3	1400	1450	1785
M3	1400	1450	1831
P4	1000	1050	2749
M4	1200	1200	2185

柱に生ずる龜裂よりみて、丸曲げの方が角曲げよりも応力の伝達がよく鉄筋が有効に働くように判断される。

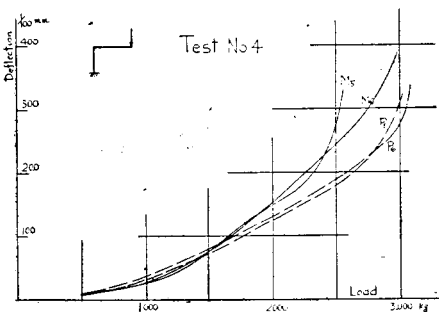
図-7



供試体の設計は、鉄筋の降伏点 3 300kg/cm<sup>2</sup> に対して、梁は片持梁として荷重 1 370kg にて、柱は偏心軸方向圧縮力をうける柱として、荷重 2 100kg にて引張鉄筋が降伏するように設計したが、試験結果よりみると主鉄筋の降伏前に斜張応力或いはコンクリートの圧縮部分が破壊の因となつていて、隅角内部の応力は小さく鉄筋にも相当余裕があるように思われる。

コンクリート表面の伸びは、隅角内部は梁部に比べて小さく生長速度もおそい。毛状龜裂発生直前になると梁部のエクステンソメーターは伸びの急進を示し隅角内部の伸びは龜裂発生と共に減少しその後は変化

図-8



を示さない。

撓みは第 2 回の梁試験の場合と同様に、P材の方が初期撓みが稍大きいが後には P 材の方が撓みが小さくなる。(図-8)

5. 結論

以上梁試験及び隅角試験の結果次の事が言えると思う。

- (1) P材の毛状龜裂の発生は接合面の施工及び設計如何によつておくらすことが出来て、P材は M 材に比べて劣らないであろう。
- (2) 傾斜龜裂は接合面とは無関係に発生生長し、コンクリートの強度及び腹鉄筋にのみ関係するから、現場施工の M 材より P 材の方が有利に施工出来る。
- (3) 破壊荷重についても (2) と同様のことが言える。即ち建築工事では、この部分は梁筋柱筋が縦横に入つていて施工の最も粗雑になり易い所であり信頼のおけない所である。現場打コンクリートの少い組立式では一体式に比べて入念 確実な施工が出来る。
- (4) 撓みは初期に於て P 材が稍大きく、毛状龜裂発生頃から P 材の方が撓みが小さくなる。従つて撓みに関しても P 材は M 材に劣らない。
- (5) ラーメン隅角に負曲げモーメントが働く場合には隅角内部は一般に応力小さく、既に光弾性による実験及び弾性理論による近似解から推論されているように、本隅角実験においても隅角部の危険断面はハンチ両端における梁及び柱の断面である。
- (6) 隅角部の鉄筋は角曲げより丸曲げの方がよい。

以上の実験のみで組立式構造の強度に断を下すことは困難であろうが、本実験は組立式構造の強度に関して若干の資料を与えるものと思う。なお本実験に関しても、また本実験の対象とした事項の外にも考慮すべき多くの要素が残っているが、これらに関しては後日実験したいと考える。

この実験は株式会社松田組在社中、九州大学にて行つたもので実験に当り、九州大学教授水野高明博士、社長田中勇雄氏、三善康平、秀島隆史両工学士、実験室の方々の援助を賜り、なおこの稿を草するに際しては、熊本大学教授吉田彌七博士の懇篤なる校閲を忝うした。茲にこれらの方々に感謝の意を表します。

(昭. 25. 11. 15)