

清水建設株式会社 正会員 小 林 浩

" " 奥 村 忠 彦

" " ○四 柳 雅 雄

1. ま え が き

最近、海中に大型建造物が建設されつつある。長大橋の下部工、石油貯蔵タンクなどは代表的なものであって、コンクリートを使用する場合が多い。これらの大型海中コンクリート構造物を建設する場合、コンクリートを一度に打設するよりも数ブロックに分割して打設する方が確実で経済的であると考えられる。

本研究は、コンクリートを分割して打設する場合に生ずる問題点、すなわち、仕切り板の構造、接合部の力学的性状（曲げ性状のみ）を解明するために行なった実験をとりまとめたものである。供試体は、基礎実験の段階なので、 $20 \times 40 \times 240 \text{ cm}$ （鉄筋比 $P = 1.19\%$ ）のはりとした。

2. 使用材料および注入モルタルの配合

セメントは、日本セメント社製の普通ポルトランドセメント、フライアッシュは電発フライアッシュ、混和剤はコンケム社製イントルージョンエイド、細骨材は利根川産川砂（比重 2.60，吸水量 3.10%，粗粒率 1.45）で、2.5 mmふるいを 100%通過したもの、粗骨材は利根川産川砂利（比重 2.57，吸水量 1.87%，空けき率 37.8%）で 15～30 mmの粒度のものをういた。主筋には SD35，D22 をういた。

注入モルタルの配合は、一般的なものとして表-1に示すような配合をういた。

表-1 注 入 モ ル タ ル の 配 合

うな配合をういた。

注入モルタルの練りまぜは、プレバクト用電動モルタルミキサ（練りまぜ容量 100 ℓ，回転数 180 rpm，1段2枚羽根）を用いて5分間練りまぜた。

粗 骨 材			流下時間 の範囲 (sec)	水結合 材 比 $W/(C+F)$ (%)	混和材の 混合率 $F/(C+F)$ (%)	砂結合 材 比 $S/(C+F)$	単 位 量 (Kg)				
最小 寸法 (mm)	最大 寸法 (mm)	空 け き 率 (%)					W	C	F	S	注1) 混和剤
15	30	37.8	19±2	52.5	20	1.33	380.0	579.1	144.8	962.8	7.24

注1) 混和剤は、減水剤とアルミニウム粉末の両方の効果を備えたイントルージョンエイドを用いた。

3. 供試体の製作および試験方法

供試体は断面 $20 \times 40 \text{ cm}$ ，長さ 240 cm のはりで、表-2，図-1，に示す5本作製した。すなわち、一体もの1本，仕切り板を設けたもの4本である。鉄筋比は引張破壊させるように $P = 1.19\%$ とした。

供試体の作製方法は、まず型わく内に鉄筋、注入管を設置した後に、粗骨材を投入した。木製の上ぶたをボルトで固定した後に、重力

式（ヘッド差 1.5 m ， 0.3 Kg/cm^2 ）でモルタルを注入した。注入速度は約 10 ℓ/min であった。

注入完了後も木製の上ぶたでモルタルの膨張を拘束した。同時に、注入モルタル、プレバクトコンクリートの圧縮強度用供試体、コンクリートの曲げ強度試験用供試体（ $15 \times 15 \times 60 \text{ cm}$ ）も同様な方法で作製した。

モルタル注入後2日目に脱型し、以後は試験材令（91日）まで $20 \pm 2^\circ \text{C}$ の水中で養生した。

以上のようにして作製した鉄筋プレバクトコンクリートばりの曲げ試験は、200 TON 万能試験機を用いて図-1に示すように2点載荷（スパン長 80 cm ）， $a/d = 2$ で試験した。

表-2 供 試 体 の 種 類

はりの種類	はりの構造	試験目的
RU-1	一体もの	標準タイプ
RWC	中仕切鉄板・中央部使用	最大曲げモーメント作用部に仕切板用いる。
RG4	中仕切鉄板（シベル4ヶ付）・中央部使用	" "（鉄筋比 2.4%）
RG9	"（シベル9ヶ付）・"	" "（鉄筋比 3.9%）
RWS	"せん断力作用部使用	せん断力作用部に仕切板用いる。

4. 試験結果および考察

(1) 品質管理試験結果

注入モルタルの圧縮強度は総平均 344 Kg/cm^2 で、変動係数 10.7% であった。

プレキャストコンクリートの圧縮強度は総平均 218 Kg/cm^2 で、変動係数 7.1% であった。静弾性係数は $2.24 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$ ，ポアソン比 0.17 であった。

プレキャストコンクリートの曲げ強度（ $15 \times 15 \times 60 \text{ cm}$ ）は 25.2 Kg/cm^2 で、変動係数は 14.0% で、コンクリートの圧縮強度の約 $1/9$ であった。

(2) 一体もの（RU-1）について

鉄筋プレキャストコンクリートばりの試験結果は表-3に示すようであり、そのクラック図は図-2のようであった。

まず、一体もののひびわれ発生モーメント

（ $P_{cr} = 6 \text{ t}$ ）は $0.975 \text{ t} \cdot \text{m}$ で、曲げ強度からの計算値（ $\sigma_{mc} = \frac{M}{I} y$ ） $0.72 \text{ t} \cdot \text{m}$ とよく一致した。

終局モーメント（ $P_u = 30.5 \text{ t}$ ） $9.91 \text{ t} \cdot \text{m}$ も武藤氏の塑性理論計算値の 1.16 倍ではほぼ満足出来る値であった。したがって、プレキャストコンクリートばりの場合でも普通コンクリートの場合と同様に計算できることが確かめられた。

(3) 仕切り板を有するはり（RWC, RG4, RG9, RWS）について

仕切り板は、はり中央（RWC）とせん断領域（RWS）とに設けたが、いずれの場合でも終局耐力は大差なかった。また、はり中央に設けた場合には、仕切り板にジベルを取り付けたものも試験したが（RG4, RG9），この場合にも終局耐力はそれ程増大しなかった。

しかし、ひびわれ発生荷重は一体もの（RU-1）よりも幾分か小さかった。したがって、大型海中構造物を施工する場合、主筋が一体であれば、コンクリートを分割打設しても、曲げ耐力に対しては問題がないことが明らかになった。しかし、この場合も、構造物の耐久性の観点から仕切り板付近の防

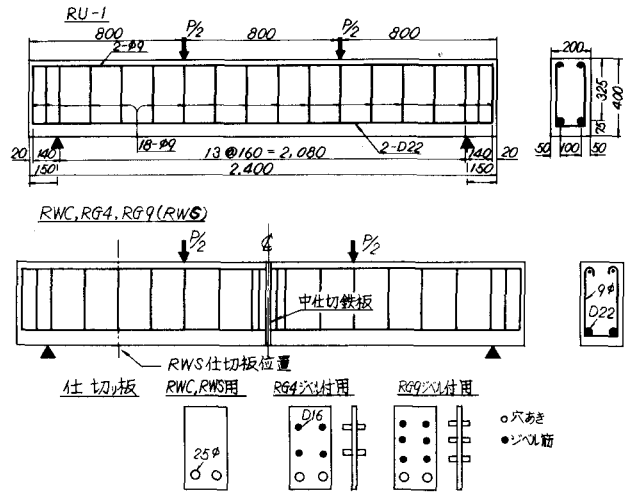


図-1 構造図

表-3 試験結果一覧表

はり記号	はり名	終局荷重 P_u (t)	終局 モーメント M_u (t·m)	$\frac{M_u(R)}{M_u(RU-1)}$	1) 塑性理論 M_u に対する比	2) 弾性理論 M_u に対する比	ひびわれ発生荷重 P_{cr} (t)	破壊機構
RU-1	一体もの	30.5	9.91	1	1.16	1.22	中央 6 載荷点 6	鉄筋降伏後、圧縮側コンクリートが圧壊
RWC	中央仕切り板	31.0	10.08	1.02	1.18	1.24	中央 5 載荷点 6	"
RG4	ジベル付中央仕切り板 (片面4個)	31.6	10.27	1.04	1.20	1.26	中央 5 載荷点 4	"
RG9	ジベル付中央仕切り板 (片面9個)	33.2	10.82	1.09	1.26	1.33	中央 5 載荷点 6	"
RWS	せん断部に仕切り板	32.05	10.42	1.05	1.22	1.28	中央 9 載荷点 5 仕切面 5	"

1) 武藤清著“鉄筋コンクリート構造物の塑性設計”による

$$M_u = c \cdot b \cdot d^2, C = (1 - P_b \cdot s \cdot \eta_t \cdot \frac{x}{k_n}) P_t \cdot s \cdot \sigma_t \text{ より } M_u = 8.56 \text{ t} \cdot \text{m}$$

2) 従来の弾性理論

$$M = \frac{1}{2} \cdot b \cdot x \cdot (d - \frac{x}{3}) \cdot \sigma_c \text{ より } M = 8.12 \text{ t} \cdot \text{m}$$

水処理を施こした方が望ましいと思われる。

5. あとがき

鉄筋プレバクトコンクリートばりで一体もの、仕切り板を有するものについて曲げ試験を行なった結果、当初の目的は達成できたものと思われる。今後はさらに、鉄筋プレバクトコンクリート部材のせん断試験なども行なって、大型海中構造物の設計施工に役立てたい。なお、接合部の重ね継手に関する実験として、丸安隆和氏の行なった実験によれば、SD 40 クラスのものをを用いた場合 100 % の継手効率が得られるための重ね継手長さは約 40 d を必要とし、SD 35 クラスのを用いれば約 30 d を必要とすることが報告されている。現在、プレバクトコンクリートばりについて重ね継手部の曲げ性状に関する実験を検討中である。本研究は表記 3 名の他、大内田博喜等が参加して行なったものである。

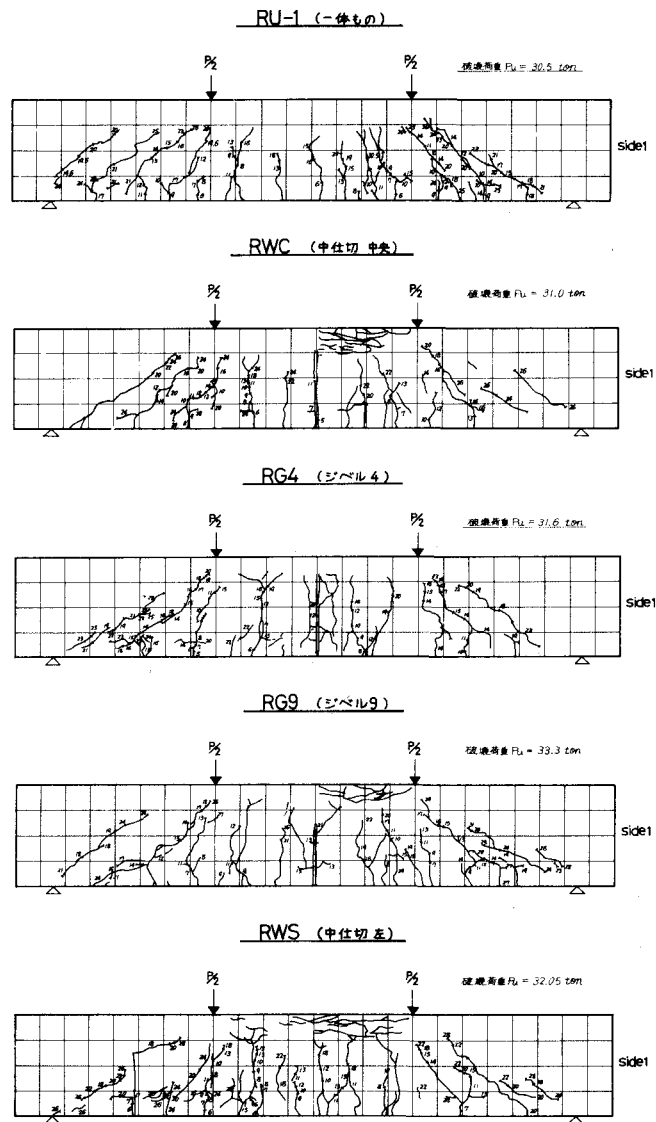


図 - 2 クラック図

(参考文献)

- 1) 武藤 清著 “鉄筋コンクリート構造物の塑性設計”
- 2) 赤塚雄三著 “港湾工事におけるプレバクトコンクリートの施工管理に関する基礎研究”
港湾技術研究所報告 4 巻 6 号 (1965.7)
- 3) 丸安隆和著 “鉄筋コンクリートばりの重ね継手に関する実験”
コンクリートライブラリー第 14 号