

Combined Stress のもとにおけるコンクリートの破壊

—鉄筋コンクリート板の曲げ破壊性状について (2)—

坪井善勝・末永保美

§ 1 はし が き

先に報告¹⁾した実験と同様、はり、長方形板、円板、十字形板について実験結果をまとめたので報告する。

本実験はコンクリートのような不均一な材料についてコンクリート板の曲げ破損則を検討し、先に著者(坪井²⁾)が論じた歪エネルギー・一定則によるコンクリート板の破壊の説明は最大主歪説の方が当てはまるという結論が本実験によって裏付けられた。

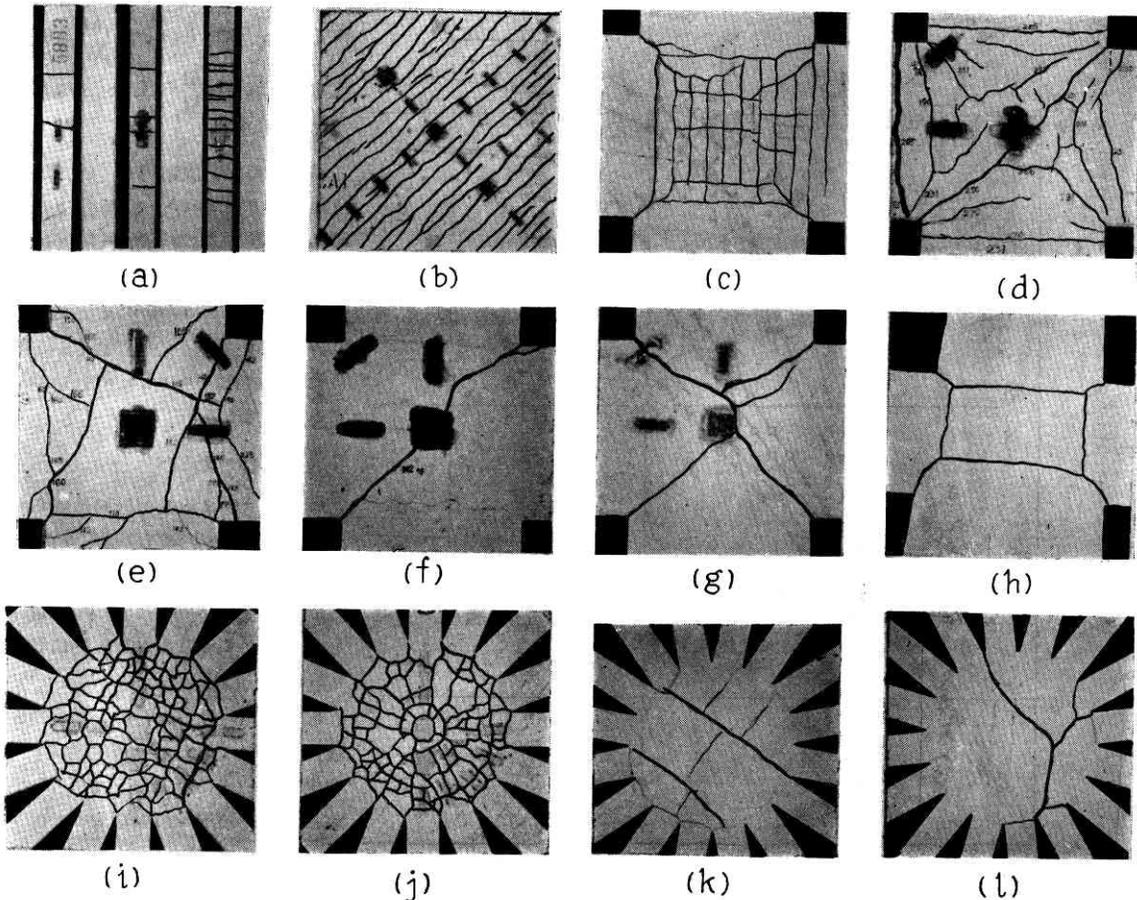
§ 2 実験範囲

試験体の形状および加力方法は前報¹⁾同様である。試験体の数は、はり形12ヶ、長方形振り板2ヶ、十字形板15ヶ、円板6ヶ、計35ヶについて実験を行なった(第1表)。

測定は前報同様撓みおよび $W \cdot S \cdot G$ による歪を測定した。測定箇所は前報同様である。なお Stress-Strain Curve は前報同様であるので省略する。

§ 3 実験結果および考察

1) 龜裂状況 第1図は各形状の試験体の龜裂状態を示す。a) 図は、はりの龜裂状況である。b) 図は振り板の龜裂状態で、上下面とも平行な龜裂が生じておる。また上面龜裂方向に対し下面龜裂方向は直交して発生しているのも前回同様である。(c) 図~(h) 図は十字形板の龜裂状態である。無筋の場合の対角線方向龜裂に対し有筋の正方龜裂性状は十字形板の特徴である。(h) 図の十字形板の破壊は凹角部の応力攪乱の影響による著しい



第 1 図

破壊性状を示している。また(d)図の十字形板は、初め板部内に多数の亀裂が発生しているが、終局の破壊は板部内ではなく、支点位置で起きている。これも凹角部の影響によるものと思われる。

円板は(i),(j)図のように正方形、放射状形亀裂が発生し、配筋方式と亀裂性状とが関係していると思われる。(k),(l)図は無筋の場合である。

以上十字形、円板とも欠陥の存在による応力集中によって破壊のクラックが発生する起因となっているようである。

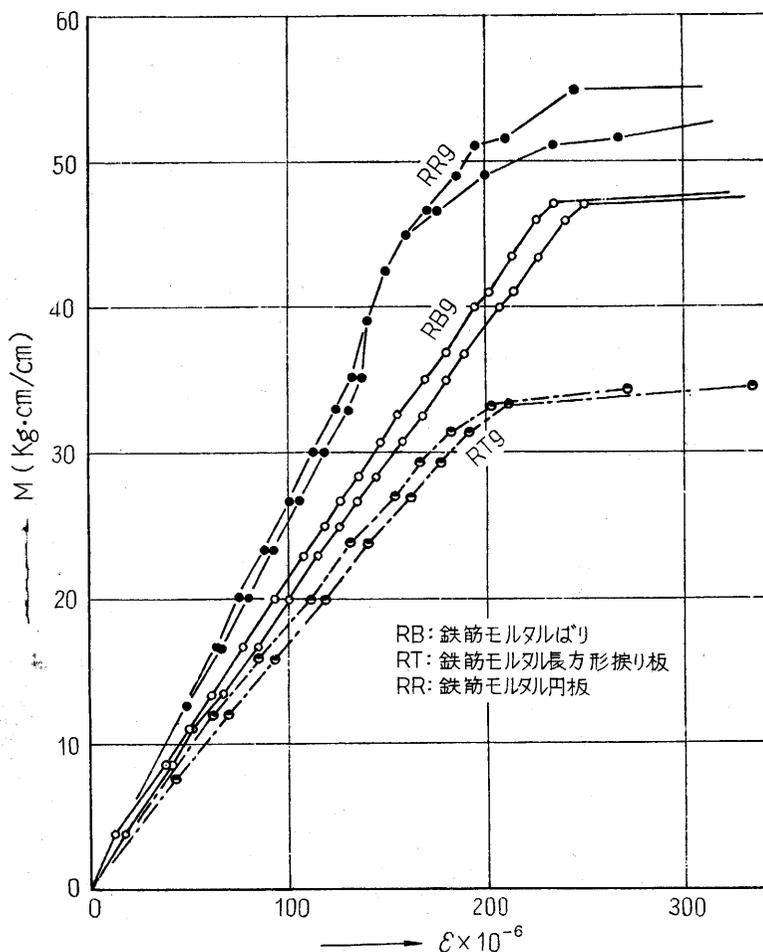
2) 板の破壊 第2図は Simple beam および円板、十字形板の $M-\epsilon$ 曲線である。これらから板の曲げ破壊は二方向同符号および異符号の場合どちらも最大主応力説でないことがわかる。beam の降伏は $\epsilon=220\sim 250\times 10^{-6}$ くらいで起きている。一方、二方向異符号の振り板の降伏は $\epsilon=200\times 10^{-6}$ くらいであるが、支点のずれなどが影響したものと考えられるので、これがなければもっと遅く $\epsilon=200\times 10^{-6}$ 以上で降伏したものと考えられる。また二方向同符号の円板および十字形板の降伏も

$\epsilon=190\sim 250\times 10^{-6}$ くらいとなっている。これは多少の応力攪乱によって影響されるようである。いずれの場合でも $\epsilon=220\sim 230$ 前後で yield したものと想像される。このことは最大主歪説の破壊説を実証するものである。

第3図は無筋の場合の Simple beam と十字形板の $M-\epsilon$ 曲線である。このなかで PB4 のはりに対し PC4 の十字形板は同じ Moment で降伏しているが、凹角部の応力攪乱を示している。剛性を比較してみると、十字形板の方が剛性が高く、凹角部の影響がなければ、はりの耐力よりも大きくなるようである。

次に降伏曲げモーメントとポアソン比との関係であるが、板の降伏寸前における板およびはりの歪からポアソン比を計算すると異符号の場合 $1+\nu=1.2$ 、同符号の場合 $1-\nu=0.78$ となりいずれもポアソン比は大体 $\nu=0.2$ くらいとなっている。

降伏曲げモーメント時のはりに対する振り板、およびはりに対する円板の曲率、 $\frac{1}{\rho_B} = \frac{1}{\rho_T}$ および $\frac{1}{\rho_B} = \frac{1}{\rho_R}$ より $\frac{1}{1+\nu}=0.83$ 、 $\frac{1}{1-\nu}=1.28$ が得られ、これは実験値か



第2図

らも、はりに対する振り板、円板、十字形板の降伏曲げモーメントの比率として、異符号の場合 $\frac{rM_y}{BM_y}=0.8$ 、同符号の場合 $\frac{rM_y}{BM_y}=1.28$ が得られる。

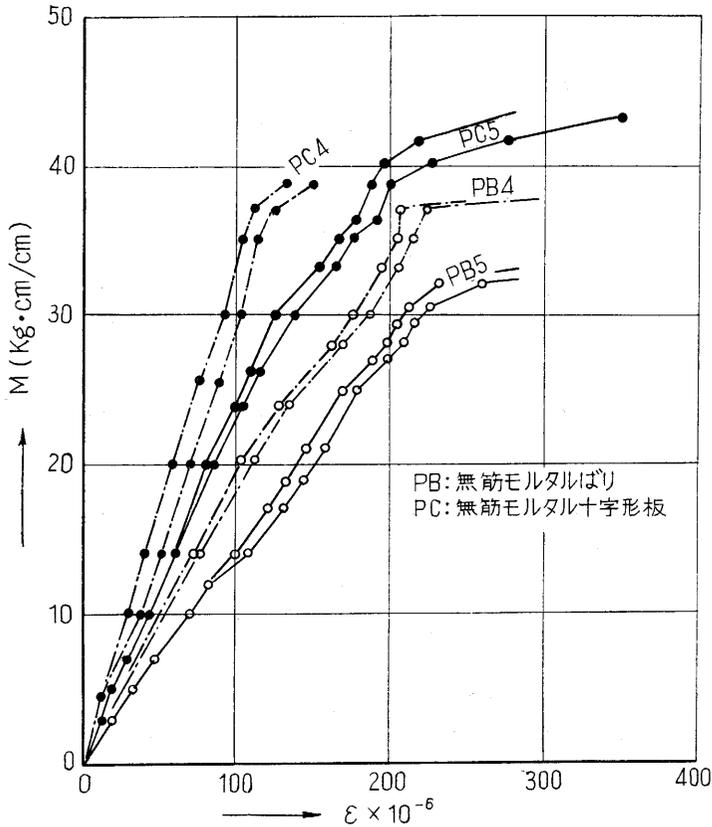
異符号の二方向応力をうける場合は単純な応力をうける場合よりも20%低下し、同符号の場合は逆に20~30%増加することになる。最大主歪説によると $\nu=0.3$ として同符号の場合は23%くらい低下し、同符号の場合は40~43%くらい増加するわけである。

§4 むすび

1) 曲げによる板の破壊は明らかに最大主応力説ではない。

2) 最大主歪破壊説は、二方向応力が同符号、異符号どちらの場合でもやや成立することが実験的に認められた。

3) 二方向応力異符号の場合の試験体形状および応力分布状態は全く理想的な方法であるように思う。しかし二方向同符号の場合については、十字形、円板、ともにノッチ効果による応力集中が見られた。少なくとも十字形、円板とも板中央部に



第 3 図

おいては均等な応力分布と考えられる。

(1959. 7. 23)

文 献

- 1) 坪井善勝, 末永保美: Combined Stress のもとにおけるコンクリートの破壊—鉄筋コンクリート板の曲げ破壊性状— (1) 生産研究 Vol. 11, No. 7, 1959.
- 2) 坪井善勝: 鉄筋コンクリート板の破壊に関する私見, 日本建築学会関東支部研究会報告 1957年 1月.

※

第 1 表 実験結果一覧表

番号	形状	幅×高さ	モルタル強度 Average	鉄筋	降伏時至		降伏時及最終耐力	破壊	番号	形状	幅×高さ	モルタル強度 Average	鉄筋	降伏時至		降伏時及最終耐力	破壊
					圧縮側	引張側								圧縮側	引張側		
PB 1	はり	60×20	377		200 ×10 ⁻⁶	230 ×10 ⁻⁶	45.3		RB 7	はり	60×20	377	1φ-20@	250 ×10 ⁻⁶	250 ×10 ⁻⁶	39.3	
PC 1	十字形板	200×20	377				33.7	B	RC 7	十字形板	200×20	377	1φ-20@	170	160	43.0	A. B
PR 1	円板	φ300	377				31.5	B	RB 8	はり	60×20	377	1φ-20@	230	210	39.3	
PB 2	はり	60×20	377		280	260	40.0		RC 8	十字形板	200×20	377	1φ-20@ 斜メ	230	220	40.0	A. B
PC 2	十字形板	200×20	377			210	44.5	A. B	RB 9	はり	40×20	463	2φ-20@	250	230	47.0	
PR 2	円板	φ300	377		200	250	53.2	A	RB 9'	はり	40×20	463	2φ-20@	203	201	40.0	
PB 3	はり	60×20	353		190	180	39.0		RT 9	正方形 振り板	500×20	468	2φ-20@		220	31.0	A
PC 3	十字形板	200×20	353		180	170	45.0	A	RC 9	十字形板	200×20	468	2φ-20@		250	44.0	A. B
PB 4	はり	60×20	353		190	200	32.0		RR 9	円板	φ300	468	放射状		230	54.0	A
PC 4	十字形板	200×20	353				48.0	A. B	RB 10	はり	40×20	464	2φ-20@	210	208	47.0	
PB 5	はり	60×20	355		250	240	31.0		RB 10'	はり	40×20	464	2φ-20@	245	238	41.0	
PC 5	十字形板	200×20	355			232	55.0	A	RT 10	正方形 振り板	500×20	464	2φ-20@		245	43.0	A
RB 6	はり	60×20	377	1φ-10@	250	260	45.0		RC 10	十字形板	200×20	464	2φ-20@		251	49.0	A
RC 6	十字形板	200×20	377	1φ-10@		230	40.0	B	RR 10	円板	φ300	464	2φ-20@ 正方形		250	48.0	A

※ A: 破壊形状で正常破壊, B: 凹角部応力集中による破壊。