

# 鉄筋補強 폴리마 콘크리트보의 變形特性

## Deformation Characteristics of Reinforced Polymer Concrete Beams

延 圭 錫\*  
Yeon, Kyu Seok

### Summary

The primary objective of the study was to find the deformation characteristics of reinforced polymer concrete beams. A test program was carried out to compare the behavior in deformation of polyester and MMA concrete beams with cement concrete beams but with varying ratios of tensile reinforcement. From the results the following conclusions can be made.

1. The various strengths of polymer concrete were very high compared to the strengths for cement concrete. Also, compared to conventional concrete beams, flexural strength of reinforced polymer concrete beams was distinctly higher for the same section and steel ratios.
2. The polymer concrete beams exhibit large deflections accompanied by relatively high strengths as compared to cement concrete beams.
3. The average ultimate strain at the extreme compression fiber of polymer concrete beams was 0.011 cm/cm, and this value was about three to four times as large as that of cement concrete beams.
4. The polymer concrete beams developed more cracks which were more wide crack distribution spacing than the cement concrete beams, and the beams failed in a more ductile manner.
5. The reinforcing steel ratio has a significant effect on the beam strength, load-deflection response, stress-strain curve, and crack pattern of polymer concrete beams.

### I. 緒 論

폴리마 (polymer)를 利用하여 製造되는 콘크리트는 ① 폴리마-시멘트 콘크리트, ② 폴리마 함浸 콘크리트 및 ③ 폴리마 콘크리트로 分類되는데, 폴리마 콘크리트 (polymer concrete : PC)란 骨材를 시멘트 대신 폴리마만으로 치밀하게 結合시킨 것이다.<sup>2)</sup> 近年에 이르러 폴리마 콘크리트는 높은 強度와 양호한 耐久性을 갖는 동시에 시멘트 콘크리트에 비해 우수한 性質을 갖고 있기

때문에 새로운 建設材料로서 各國에서 특별한 관심을 끌고 있다.

현재 콘크리트용으로 사용되는 폴리마類에는 Epoxy resin, Polyester resin, Vinyl ester resin, Methyl methacrylate (MMA), Polyester amide resin (PEAR), Furan resin 등이 있다.

지난 10여년간에는 合成폴리마를 콘크리트에 利用하기 위한 研究가 世界的으로 활발히 展開되어 왔다. 특히 美國, 日本, 西獨, 英國 등에서

\*江原大學校 農科大學

는 콘크리트材料로서 폴리마가 商業的으로 製造·生産되고 있으며, 各國의 政府機關, 産業體, 大學 및 研究所 등에서 꾸준히 연구되어 오고 있다.

또한 1975年以來 3年마다 폴리마를 利用한 콘크리트에 관한 國際學術會議(international congress on polymers in concrete: ICPIC)가 열리고 있는데, 1987年 9月에는 다섯번째로서 英國의 Brighton에서 개최된바 있다. 뿐만아니라 1971年에 美國의 ACI는 別途의 分科委員會(ACI committee 548, polymers in concrete)를 結成하여 매2, 3年마다 심포지움을 개최하고 있으며, 각종 參考資料集과 論文集을 발행하고 있다.

이와같이 活潑한 研究活動과 더불어 폴리마 콘크리트는 現場에서도 各種 構造物에 성공적으로 이용되어 왔다. 예를 들면 콘크리트橋梁 床板, 高速道路, 空港滑走路 등의 補修나 덧씌우기用으로 사용되었을뿐 아니라, 建物の 패널이나 地下道와 같은 構造物에도 使用되어 왔다<sup>4)</sup>

지금까지 이처럼 활발한 研究와 함께 現場에서 널리 이용되어 왔지만 그 범위가 제한되어 있었다. 構造材로서의 應用만을 보더라도 效率的으로 利用되려면 壼部材에 대한 研究가 이루어져야 함에도 이에 대한 研究結果는 國·内外의으로 드문 實情이다.

따라서, 이 研究는 폴리마類 중 값이 비교적 저렴해서 많이 쓰이는 Polyester resin과 MMA로 單鐵筋 직사각형 폴리마 콘크리트보를 製作하여 變形特性을 同一한 條件의 시멘트 콘크리트보와 비교하여 究明함으로써 폴리마 콘크리트를 構造材로서 이용하기 위한 基礎資料를 마련하는데 그 목적이 있다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 使用材料

최대치수 10mm를 갖는 강자갈과 多目的用 하천모래가 시멘트 콘크리트 및 폴리마 콘크리트 製造用 骨材로서 사용되었다. 粗粒率은 粗骨材가 5.86, 細骨材가 2.80이었고, 폴리마 콘크리트용 골재는 105±5℃로 조절된 오븐에서 24시간 乾燥시켰으며, 配合前 室內에서 충분히 냉각시켜 사

용하였다.

시멘트 콘크리트용 시멘트는 早強포틀랜드시멘트(type III)였고, 配合比는 配合設計에 의해 決定되었으며(w/c=0.4) 그 結果는 Table-1에서 보는 바와같다.

Table-1. Cement concrete mix design.

Unit: kg/m <sup>3</sup>			
Water	Cement	Fine aggregate	Coarse aggregate
135	339	774	1161

일반적으로 良質이며 經濟的인 폴리마 콘크리트를 제조하기 위해서는 骨材의 공극이 最少化되어야 하고, 可使時間의 조절과 함께 最適強度를 얻기 위해서는 硬化劑(initiator)와 硬化促進劑(accelerator)가 적절히 조합되어야 하는 것으로 되어 있다. 이같은 사항을 바탕으로 室內實驗에 의해 얻어진 폴리마 콘크리트에 대한 配合比는 Table-2와 같이 결정되었으며, 結合材의 組合比率는 Table-3과 같다.

한편 보를 製作하는데 있어서 引張力補強을 목적으로 使用한 鐵筋은 ASTM A615에 규정된 Grade 60의 #4(D-13), #6(D-19) 및 #8(D-25) 異形鐵筋이었다.

Table-2. Polymer concrete formulation.

Binder	Filler*	Fine aggregate	Coarse aggregate
10	8	41	41

\*Flyash was used as a filler for polymer concrete, except silicaflour (5%) and PMMA (3%) were only used as a filler for MMA polymer concrete in stead of flyash.

### 2. 供試體 製作

壓縮強度, 割裂引張強度, 壼強度, 彈性係數 등의 力學의 基本性質을 試驗키 위해 7.5×15cm 크기의 圓柱型 供試體와 7.5×7.5×30cm 크기의 角柱型 供試體를 제작 하였다.

壼에 의한 變形特性 試驗用 供試體로서는 3개의 시멘트 콘크리트보와 6개의 폴리마 콘크리트

鉄筋補強 폴리머 콘크리트보의 變形特性

Table-3. Binder formulation for polymer concrete.

Description	Resin or monomer	Initiators		Accelerators	
		Name	Content, %*	Name	Content, %*
Polyester	Polyester resin	Benzoyl peroxide	2.50	Dimethyl aniline	0.4
MMA	Methyl methacrylate (97%) and Trimethylol propane trimeth-acrylate (3%)	Benzoyl peroxide	1.13	Dimethyl -para-toluidine	0.5

\*Percentage of resin or monomer weight.

보를 제작하였다.

製作된 보의 공칭치수 및 스트레인 게이지 부착 위치를 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같고, 이들 보의 細部치수는 Table-4와 같다.

여기에서 볼 수 있듯이 2#4 ( $\rho=0.0205$ ), 2#6 ( $\rho=0.0463$ ) 및 2#8 ( $\rho=0.0854$ )를 갖는 3가지 보로 하였으며, 剪斷破壞를 防止하고 휨 破壞로 유도키 위하여 外側 2개의 剪斷支間은 圓形鉄筋

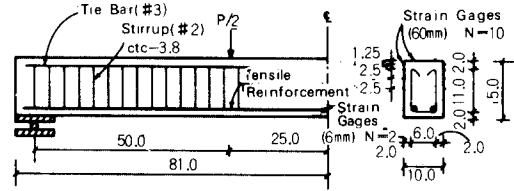


Fig. 1. Details of test beams and location of strain gages (Unit: cm)

Table-4. Details of test beams

Beam description	Dimension, cm		Tensile reinforcement	Tensile section ( $A_s$ ), $cm^2$	Steel ratio ( $\rho$ )
	Width (d)	Effective depth (d)			
2#4	10	12.60	2-D13	2.58	0.0205
2#6	10	12.25	2-D19	5.68	0.0463
2#8	10	11.90	2-D25	10.20	0.0854

(#2)으로 製作된 스트립을 3.8cm 간격으로 배치하였다. 스트립 上部의 縱方向 連結鉄筋(tie bar)은 Grade 40 異形鉄筋(#3)을 使用하였다.

養生은 시멘트 콘크리트의 경우 溫度 21~27°C, 相對濕度 100%의 濕潤養生室에서, 폴리머 콘크리트는 溫度 21~27°C, 相對濕度 50~60%의 實驗室에서 이루어졌다. 모든 供試體의 養生期間은 7~8日로 하였으며, 力學의 基本性質은 보에 대한 휨 試驗을 실시하는 當日에 測定하였다.

3. 試驗方法

圓柱型和 角柱型 供試體를 이용한 力學의 基本性質은 ASTM에 규정된 方法에 의해 遂行되었다.

보에 대한 휨 試驗裝置의 구성은 Fig. 2와 같고, 荷重을 가하는 동안에는 처짐량과 콘크리트 및 鉄筋의 變形率이 각각 측정되었다.

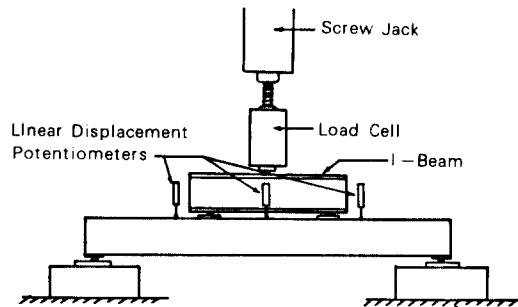


Fig. 2. Test arrangement.

의해 측정되었다.

콘크리트表面과 鐵筋에 부착되어 있는 6 쌍의 스트레인 게이지 위치는 Fig.1에서 보인 바와같고, 콘크리트용으로는 60mm 게이지를, 鐵筋용으로는 6mm게이지를 사용하였다.

모든 보는 單純支持로서 支間 150cm를 가지며, 3等分點荷重法에 의해 시험되었다. 荷重은 Electro-hydraulic closed-loop servosystem을 이용하여 ASTM Standard C78에 따라 136kg/min의 일정한 荷重率로 載荷시켰으며, 作用荷重은 45ton 容量의 Load cell과 Digital voltmeter에 의해 관측되었는데 破壞時까지의 總載荷時間은 0.5~1.5 時間 정도가 소요되었다.

#### IV. 結果 및 考察

##### 1. 보의 強度

보를 製作하는데 사용된 各種 콘크리트의 力學的 基本性質과 鐵筋補強 폴리마 콘크리트보 및 시멘트 콘크리트보의 靱強度에 대한 試驗結果는 Tabl-5와 같다.

力學的 基本性質을 살펴보면, 폴리마 콘크리트의 壓縮強度, 割裂引張強度 및 靱強度는 시멘트 콘크리트에 비해 높았는데 특히 靱強度는 시멘트 콘크리트의 3~4 배에 달했다. 그러나 폴리마 콘크리트의 彈性係數는 시멘트 콘크리트보다 작았으며, 이것은 폴리마 콘크리트보가 시멘트 콘크리트보 보다 큰 變形을 나타낼 것임을 示唆하여 주는 結果라고 하겠다.

또한 폴리마 콘크리트보의 強度 즉, 極限強度, 極限모멘트 및 極限모멘트強度 등도 同一한 鐵筋比를 갖는 시멘트 콘크리트보와 비교해서, 상당히 높게 나타났다. 이것은 前述한 대로 폴리마 콘크리트의 靱強度가 시멘트 콘크리트보다 훨씬 강하다는 점과 깊은 관계가 있다고 생각된다.

각종 보의 強度는 鐵筋比가 커짐에 따라 增加했는데, 增加幅은 시멘트 콘크리트보 보다 폴리마 콘크리트보가 현저히 컸으며, 이런 경향은 鐵筋補強 폴리마 콘크리트보의 경우 鐵筋比가 보의 強度增進에 매우 영향이 큼을 보여주는 것이라 하겠다.

Table-5. Test results of mechanical properties of concretes and strength of beams.

Beams		Mechanical properties of concretes				Strength of beams		
		Compressive strength (kg/cm)	Splitting tensile strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Bending strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulus of elasticity (×10 <sup>5</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	Ultimate load (kg)	Ultimate moment (kg · cm)	Ultimate moment strength (kg · cm/cm <sup>3</sup> )
Cement	2#4	450.2	43.5	46.1	3.21	6,577	1,672.1	1.05
	2#6	415.4	38.8	41.0	3.06	9,298	2,363.9	1.57
	2#8	438.4	45.5	48.4	3.20	10,205	2,594.6	1.83
	Mean	434.7	42.6	45.2	3.15	-	-	-
Polyester	2#4	644.7	72.4	130.7	1.96	7,711	1,960.3	1.23
	2#6	653.1	79.4	139.5	1.85	12,247	3,113.5	2.00
	2#8	657.3	83.3	132.5	1.73	14,514	3,690.1	2.66
	Mean	651.7	78.3	134.2	1.85	-	-	-
MMA	2#4	761.3	93.2	145.1	2.33	8,618	2,191.0	1.38
	2#6	691.6	77.1	131.1	2.29	13,607	3,459.5	2.30
	2#8	711.5	89.5	147.5	2.31	16,329	4,151.3	2.93
	Mean	721.4	86.5	141.2	2.31	-	-	-

##### 2. 荷重-처짐關係

鐵筋比에 따른 시멘트 콘크리트보가 폴리마 콘크리트에 대한 作用荷重과 보의 처짐關係를 그림으로 나타내면 Fig.3과 같으며, 作用荷重에는

보의 自重이 포함되어 있지 않다.

시멘트 콘크리트보에서 2#4인 경우 龜裂이 발생하기 전까지는 直線形이나 龜裂發生 後에는 鐵筋의 降伏現象과 함께 曲線形을 보였고, 2#6과 2#8을 갖는 보는 全區間에서 거의 直線 變化를

鉄筋補強 폴리마 콘크리트보의 變形特性

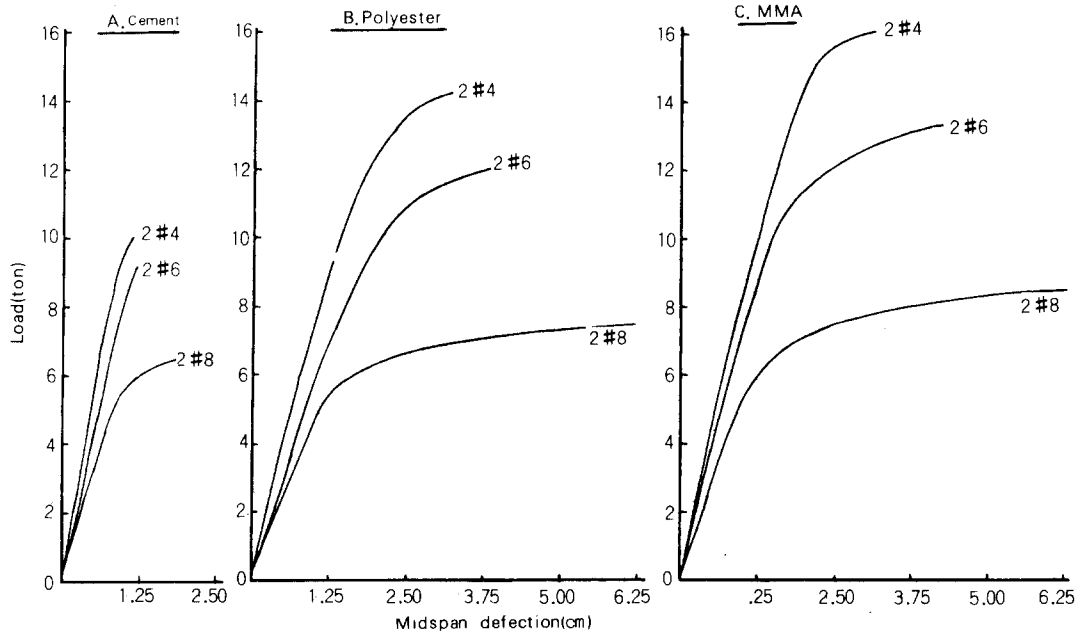


Fig 3. Load-deflection relationships for various concrete beams.

보였는데 파괴점에 到達할 때까지 鉄筋의 降伏現象이 발견되지 않았다.

폴리마 콘크리트보에 있어서, 폴리에스터 콘크리트보의 荷重-처짐곡선은 MMA 콘크리트 보와 비슷한 양상을 보였다. 載荷 初期段階에는 彈性 舉動을 보여 처짐은 荷重에 비례했으며, 이러한 直線變化는 수직휨균열의 발생과 동시에 끝났다. 특히 2#8를 갖는 보의 처짐은 破壞에 근접할 때까지 荷重의 증가와 함께 거의 直線狀으로 증가하는 傾向을 보인 것이 특징적이라 하겠다.

주어진 荷重에서 보의 처짐은 鉄筋比가 증가

함에 따라 감소하였고, 減少幅도 시멘트 콘크리트보 보다 크게 나타났다. 아울러 荷重- 처짐곡선에서 鉄筋比의 증가에 따라 直線變化 區間이 길어지고 曲線의 傾斜가 급하게 되는 傾向을 보였는데, 이것은 引張鉄筋이 증가함에 따라 폴리마 콘크리트보의 剛性이 커짐을 나타내주는 結果라 하겠다.

支間에 대한 極限처짐의 비율은 Table-6과 같으며, 이 結果에서도 폴리마 콘크리트보는 시멘트 콘크리트보에 비해 상당히 큰 처짐을 일으켰고, 鉄筋比가 증가함에 따라 감소함을 보여 주고

Table-6. Analysis of the load-deflection curves.

Beams		Span length (L), cm	Ultimate deflection (y) cm	y/L, cm/cm
Cement	2#4	150	1.91	0.0127
	2#6	150	1.24	0.0082
	2#8	150	1.14	0.0076
Polyester	2#4	150	6.07	0.0404
	2#6	150	3.98	0.0265
	2#8	150	3.25	0.0216
MMA	2#4	150	6.48	0.0432
	2#6	150	4.34	0.0289
	2#8	150	3.20	0.0213

있다.

따라서 폴리마 콘크리트는 高強度이지만 비

교적 큰 처짐을 동반하므로 靑部材로 이용할 경  
우는 加 급적 철근비를 크게 하는 등 처짐을 작게

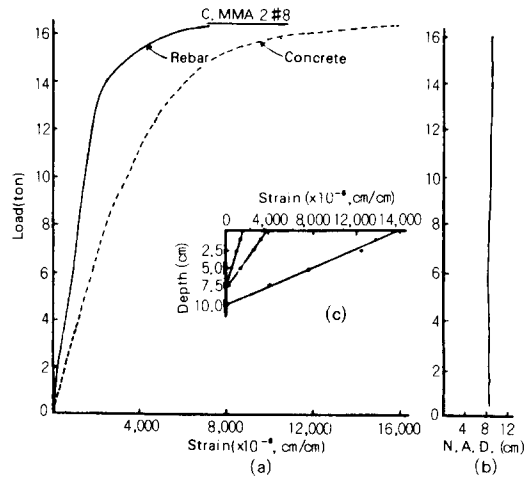
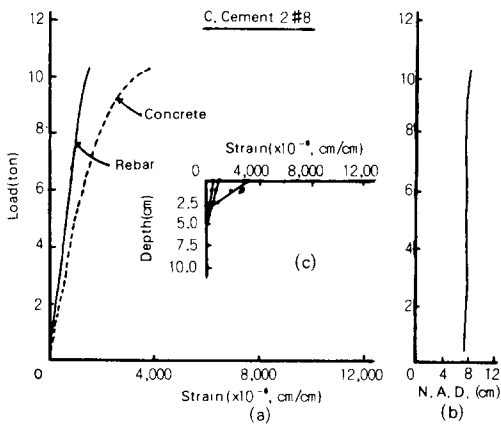
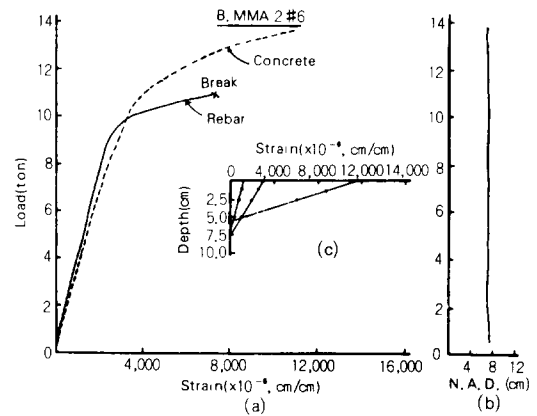
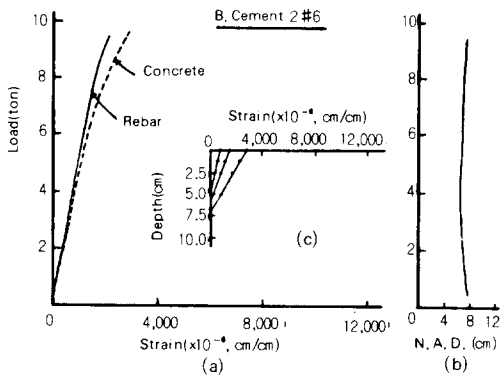
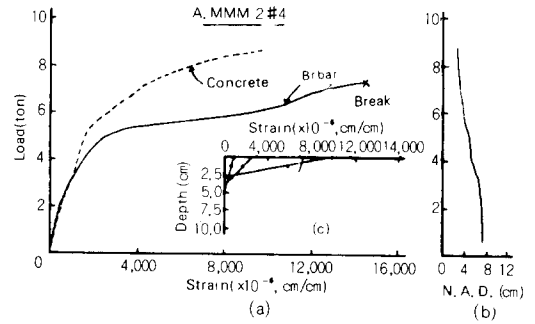
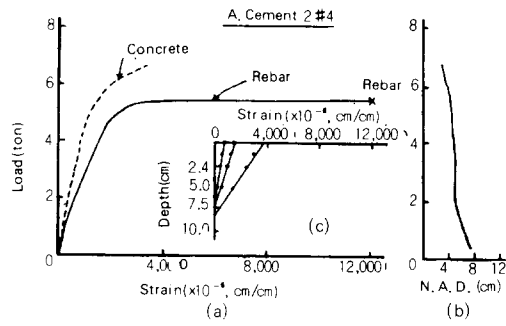


Fig. 4. Strain data of cement concrete beams; (a) load-strain, (b) load-neutral axis depth and (c) strain profile at loads of approximately  $P_u/3$ ,  $2P_u/3$  and  $P_u$ .

Fig. 5. Strain data of polyester concrete beams; (a) load-strain, (b) load-neutral axis depth and (c) strain profile at loads of approximately  $P_u/3$ ,  $2P_u/3$  and  $P_u$ .

## 鉄筋補強 폴리마 콘크리트보의 變形特性

하기 위한 對策을 강구해야 할 것으로 思料된다.

### 3. 變形率 및 中立軸의 變化

荷重의 增加에 따른 鉄筋 및 콘크리트의 變形率(a), 中立軸의 變化過程(b) 및 콘크리트 變形率의 分布를 그림으로 나타내면 Fig. 4~Fig. 6과 같다.

그림(a)에서 鉄筋比가 增加함에 따라 鉄筋의 變形率은 감소하고, 콘크리트의 變形率은 증가하였는데, 그 幅은 시멘트 콘크리트보 보다 폴리마 콘크리트보의 경우가 더 큼을 알 수 있다.

콘크리트의 極限變形率은 시멘트 콘크리트보의 경우  $3,325 \times 10^{-6} \sim 3,788 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}$  였으며, 폴리에스터 콘크리트보의 경우  $8,905 \times 10^{-6} \sim 13,618 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}$ , MMA 콘크리트보의 경우  $9,723 \times 10^{-6} \sim 13,712 \times 10^{-6} \text{ cm/cm}$ 를 보였다. 여기서 시멘트 콘크리트의 變形率은 ACI에서 限界值로 규정한  $0.003 \text{ cm/cm}$ 에 거의 接近하는 값이었다. 그러나 폴리마 콘크리트의 平均極限變形率은  $0.011 \text{ cm/cm}$ 로서 시멘트 콘크리트의 3~4배에 달하는 값이었다. 이같이 폴리마 콘크리트가 큰 變形率을 보인 것은 낮은 彈性係數에 기인한다고 할 수 있겠다.

그림(b)는 中立軸의 變化過程으로 各 荷重段階에서 그 荷重에 대응하는 中立軸의 위치를 나타낸 것이다.

이 結果로부터 過補強, 低補強보의 判別이 가능한데 시멘트 콘크리트보의 경우 2#4를 갖는 보가, 폴리마 콘크리트보의 경우 2#4, 2#6를 갖는 보가 荷重의 增加에 따라 中立軸이 壓縮側 緣端으로 上昇하여 過少鉄筋보임을 알 수 있으며, 그외의 보는 中立軸이 引張側 緣端으로 下降하여 過多鉄筋보임을 알 수 있다.

이와같은 中立軸의 上昇이나 下降은 壓縮域의 크기와 偶力사이의 距離를 調節해서 内部抵抗力 중 壓縮應力을 감소 또는 增加시키기 위해 나타난 現象이라 하겠다.

그림(c)는 作用荷重이 대략적으로  $P_u/3, 2P_u/3$  및  $P_u$ 일때 보의 中央點에서 각 깊이에 대한 콘크리트의 變形率 分布를 回歸直線으로 나타낸 것이다. 주어진 荷重에 대한 變形率의 分布는 모든보에서 直線이었으나 2#8의 경우 極限荷重( $P_u$ )에 接近했을 때는 약간 非線形이었다.

또한 鉄筋의 變形率을 콘크리트의 變形率과 組合시켜 보면 龜裂前에는 直線, 龜裂後에는 非直線으로 變化하였으나 일반적으로 直線回歸로 구한 값과 잘 일치되었다. 따라서 鉄筋과 콘크리트

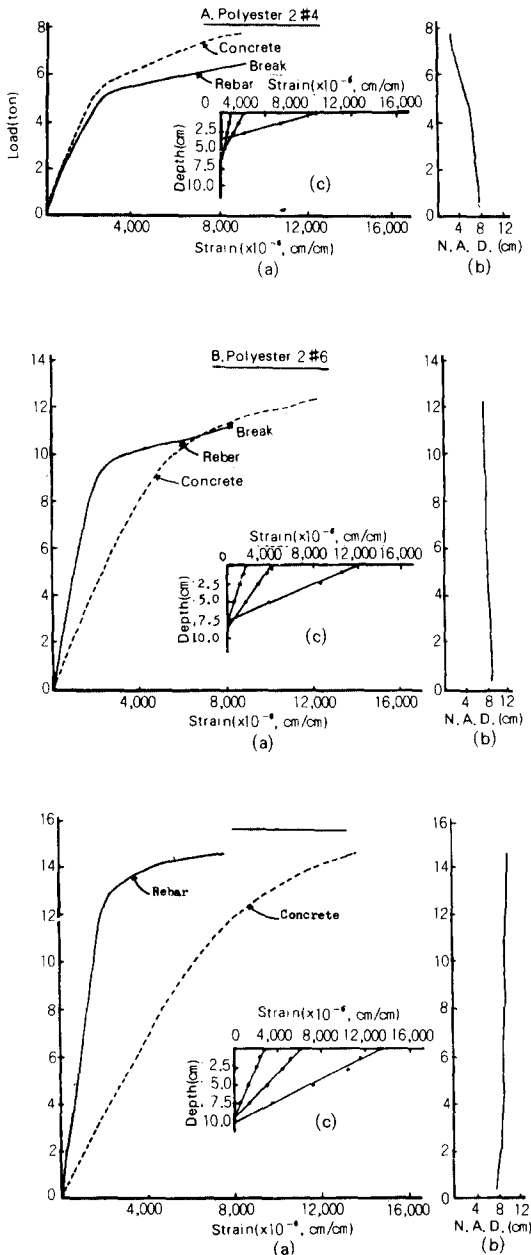


Fig. 6. Strain data of MMA concrete beams; (a) load-strain, (b) load-neutral axis depth, and (c) strain profile at loads of approximately  $P_u/3, 2 P_u/3$  and  $P_u$ .

Table-7. Crack number and distribution spacing of the various beams.

Beams		Crack number			Crack distribution spacing (cm)		
		1 side	2 side	Mean	1 side	2 side	Mean
Cement	2 #4	6	4	5, 0	52	44	48, 0
	2 #6	3	3	3, 0	46	43	44, 5
	2 #8	2	2	2, 0	41	36	38, 5
Polyester	2 #4	14	15	14, 5	77	72	74, 5
	2 #6	9	10	9, 5	61	61	61, 0
	2 #8	5	6	5, 5	36	47	41, 5
MMA	2 #4	16	18	17, 0	81	82	81, 5
	2 #6	14	13	13, 5	64	64	64, 0
	2 #8	7	8	7, 5	48	52	50, 0

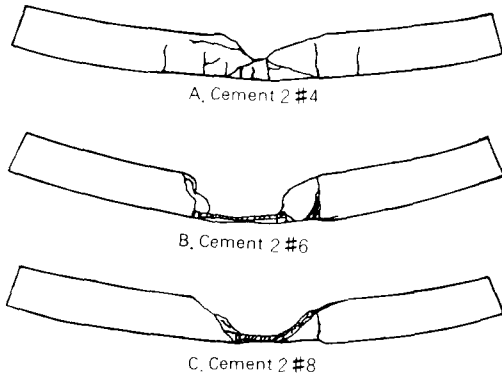


Fig. 7. Crack and failure pattern for cement concrete beams.

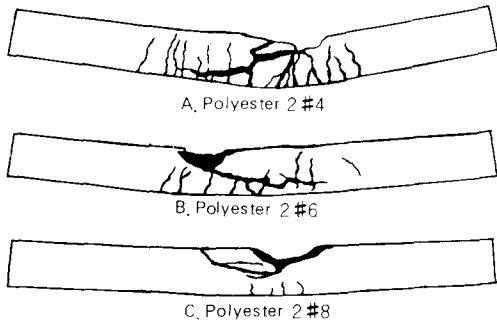


Fig. 8. Crack and failure pattern for polyester concrete beams.

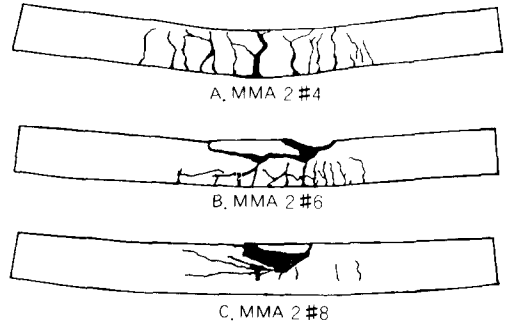


Fig. 9. Crack and failure pattern for MMA concrete beams.

에서 측정된 變形率 사이에는 理想的인 同質性이 存在하여 베르누이의 假定(Bernoulli's hypothesis)이 成立됨을 알 수 있었다.

#### 4. 龜裂 및 破壞樣相

Fig. 7~Fig. 9는 試驗된 보에 대한 龜裂 및 破壞樣相을 보인 것이며, Table-7는 破壞가 일어난 후의 龜裂數와 龜裂分布範圍를 조사한 것이다. 初期龜裂은 일반적이고 두 荷重의 中央部分에서 發生하였고, 荷重이 增加함에 따라 보의 下緣에서 시작하여 上緣으로 傳播되었다. 모든 보의 剪斷支間에는 스트립을 배치하였기 때문에 剪斷龜裂이 발생하지 않았다.

龜裂에 대한 鉄筋比의 영향을 살펴볼때, 모든 보에서 龜裂의 數와 龜裂의 分布幅은 鉄筋比가 커



짐에 따라 감소하는 경향을 보였지만, 폴리마 콘크리트보는 시멘트 콘크리트보 보다 龜裂數도 많았고 龜裂分布幅도 넓게 나타나, 폴리마 콘크리트가 시멘트 콘크리트 보다 鉄筋과의 附着이 더 좋은 것으로 分析되었다.

各種 보의 파괴는 最大 휨모멘트 區域에서 나타났으며, 破壞時에 直線形이었던 보는 활(弓)모양으로 變하였다.

보의 強度는 壓縮側 콘크리트의 파괴나 引張 鉄筋의 降伏에 의해 決定되었는데, 시멘트 콘크리트의 경우 2#4, 폴리마 콘크리트인 경우 2#4, 2#6 인 보 즉, 過少 鉄筋보 일때는 鉄筋의 降伏에 의해 破壞가 일어나고, 나머지는 콘크리트의 壓縮力에 의해 파괴됨을 알 수 있었다.

시멘트 콘크리트보에서 2#4를 갖을 때는 破壞를 豫測할 수 있었으나, 2#6 및 2#8을 갖는보에서는 갑자기 폭발적으로 파괴되어 豫測이 불가능했으며, 파괴시 큰 U형 콘크리트 조각이 보의 上部로부터 分離되어 나갔다. 이에비해 폴리마 콘크리트보는 過多 鉄筋보에서도 破壞前에 미세한 龜裂이 나타나 그 징후를 충분히 파악할 수 있었고, 파괴시 시멘트 콘크리트보 보다 작은 V자형의 조각이 떨어져 나갔으나 高強度여서 폭발성 파괴가 發生되었다.

그리고 鉄筋의 降伏에 의한 引張破壞보다 콘크리트에 의한 壓縮破壞일때 보의 損傷이 더 컸으며, 이같이 壓縮破壞 損傷부위가 길고 넓은 것은 中立軸 引張側 緣端쪽으로 이동하여 壓縮域을 크게 하였기 때문이다.

結果의으로 폴리마 콘크리트보 보다는 시멘트 콘크리트에서 콘크리트 部分의 파손이 크게 나타난 것으로 보아 폴리마 콘크리트가 脆性이 작음을 알 수 있었다.

따라서 鉄筋補強 폴리마 콘크리트보를 設計할 때 最大 鉄筋比로 시멘트 콘크리트보에서 취하고 있는 값(0.75Pb)을 그대로 적용하는 것은 適合하지 않을 뿐 아니라 非經濟的이라고 생각된다.

#### IV. 結 論

이 研究는 鉄筋補強 폴리마 콘크리트보의 變形特性을 究明하기 위한 것으로서, 여러가지 鉄筋比를 갖는 폴리메스터 및 MMA 콘크리트보를 製作하여 그 變形舉動을 시멘트 콘크리트보와 比較·研究하였던바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 폴리마 콘크리트는 시멘트 콘크리트에 비해 各種 強度가 매우 높았으며, 또한 폴리마 콘크리트보의 휨強度는 동일 斷面과 鉄筋比를 갖는 시멘트 콘크리트보 보다 현저히 높게 나타났다.
2. 폴리마 콘크리트보는 시멘트 콘크리트보 보다 높은 強度를 갖지만 매우 큰 처짐을 보였다.
3. 폴리마 콘크리트보의 壓縮側 緣端에서의 平均 極限變形率은 0.011cm/cm이었으며 이것은 시멘트 콘크리트보의 3~4 배에 달하는 값이다.
4. 동일한 콘크리트 斷面積과 鉄筋量을 가질 경우 폴리마 콘크리트보는 시멘트 콘크리트에 비해 龜裂數도 많았고, 龜裂分布幅도 넓었으며, 破壞도 柔軟性을 가지고 일어났다.
5. 폴리마 콘크리트에서 鉄筋比는 보의 強度, 처짐, 變形率 및 龜裂樣相에 커다란 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이 研究는 1987年度 文敎部 學術研究助成費 支援에 의하여 遂行된 것임.

#### 參 考 文 獻

1. Abdel-Halim, M. A. and M. Clure, R. M., "Flexural Behavior of Reinforced Polymer-Portland Cement Concrete Beams", Polymer Concrete, SP-89, ACI, Detroit, 1985, pp 105-126
2. ACI Committee 548, "Polymer in Concrete", ACI, Detroit, 1977, p92.
3. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete", ACI, Detroit, 1978, p 111
4. Fowler, D. W., "Current Status of Polymers in Concrete", The Production Performance & Potential of Polymers in Concrete, 5th International Congress on Polymers in Concrete, Brighton Polytechnic, Sept. 1987, pp 3-7
5. Hsu, H. T., "Flexural Behaviour of Polymer Concrete Beams", Ph.D. Dissertation, University of Texas at Austin, May 1984, p250
6. Hutton, S. G. and Loov, R. E., "Flexural Behaviour of Prestressed, Partially Prest-

- ressed, and Reinforced Concrete Beams", Journal of the ACI, Dec. 1966, pp 1401-1409
7. Knab, L. I. and Cook, J. P., "Shear and Flexural Behaviour of Reinforced Polyester Concrete Beams", Journal of the ACI, Oct. 1974, pp 493-501
  8. Leslie, K. E., Bajagopalan, K. S. and Evrare, N. J., "Flexural Behaviour of High-Strength Concrete Beams", Journal of the ACI, Sep. 1976, pp 517-521
  9. Limsuwan, E., Fowler, D. W., Paul, D. R. and Rurns, N. H., "Flexural Behaviour of Post-Tensioned Polymer-Impregnated Concrete Beams", Polymers in Concrete, Second International Congress on Polymers in Concrete, The University of Texas at Austin, Oct. 1978, pp 361-380
  10. Phinyawat, F., "Flexural Behaviour of Reinforced Polymer-Impregnated Concrete Beams", Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, Dec. 1977, p249
  11. Yeon, K. S., Fowler, D. W. and Wheat, D. L., "Static Flexural Behaviour of Various Polymer Concrete Beams", Performance & Potential of Polymers in Concrete, 5th International Congress on Polymers in Concrete, Brighton Polytechnic, Sept. 1987, pp 85~89