

神戸大学工学部 正員 藤井 学
清水建設 〃 塩屋 俊幸

1. はじめに

ポストテンションPC定着部補強法に関して、局部支圧を受けるコンクリート円柱に割裂補強筋を入れた場合の補強効果ならびに破壊について、実験および有限要素法によって解析し、効果的な補強法および補強効果を考慮した支圧強度理論式¹⁾の妥当性について検討した。

2. 実験概要

図-1に示す円柱コンクリート供試体をラセン鉄筋($\phi 5\text{mm}$ $G_{sy}=1720\text{kg/cm}$, 巻き径 $2P=9, 11, 14, 17\text{cm}$)で補強し、円形支圧板(直径 $2r_1=3, 4, 5, 6, 7, 8\text{cm}$)を用いて同心円載荷を行ない、ラセン鉄筋および供試体側面円周方向ひずみ ϵ_θ を測定した。

3. 有限要素解析の概要

実験供試体の上半分を対象として、軸対称有限要素法による解析を行った。解析は、等分布および等況下荷重について行ない、ラセン鉄筋の応力は、無筋の場合の局部荷重による各ラセン鉄筋位置の節点変位と各ラセン鉄筋位置に単位の半径方向節点力を作用させたときの各節点変位を別々に求め、これらを変位の適合条件式(最終変位=荷重による変位+各節点力による変位)に代入し、これと力の釣り合い条件式から、連立方程式を解くことによって得られる。

4. 結果および考察

実験結果および解析結果を図-2～図-7に示す。

図-2は、等分布および等況下荷重が作用した場合のZ軸上($r=0$)での σ_θ 分布である。各荷重による応力分布を比較すると、支圧板径の小さい場合、等況下荷重の方がZ軸上 $Z=2.5\sim 4\text{cm}$ 付近に生ずる引張応力の最大値はかなり減少する。すなわち等況下荷重を考慮することによってZ軸上の応力は均等化する。

補強供試体に対する解析結果によると、ラセン鉄筋ひずみ $\epsilon_{\theta s}$ はラセン鉄筋巻き径 $2P=9\text{cm}$ の場合を除いて実験結果と傾向およびその値が一致しており、 $2P=9\text{cm}$ の場合には打込時のラセン鉄筋の偏心による影響がかなり入っているものと思われる。

図-7は、解析による $P=1\text{ton}$ におけるラセン鉄筋位置のコンクリート円周方向最大ひずみを示したものであるが、無筋と補強供試体とはほぼ差がなく、補強することによってひずみわれ発生荷重を増加させることは困難であるという実験結果とよく一致している。

補強供試体の破壊機構は種々考えられるが、ラセン鉄筋のひずみ測定結果から支圧板径の小さい場合($2r_1=3, 4\text{cm}$)では局部的な塑性進行によって一部のラセン鉄筋が降伏すると同時に破壊

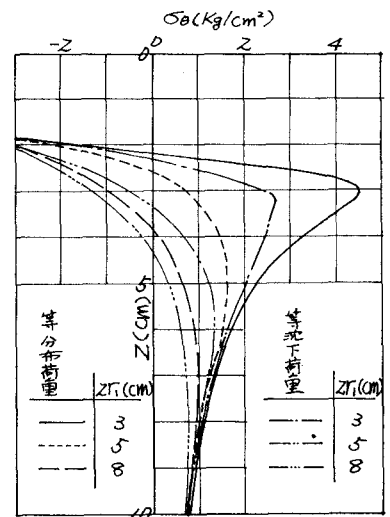
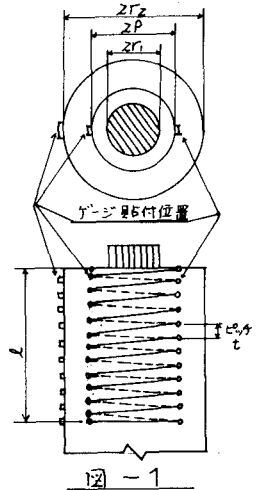


図-2 Z軸上での σ_θ 分布(解析 $P=1\text{ton}$)

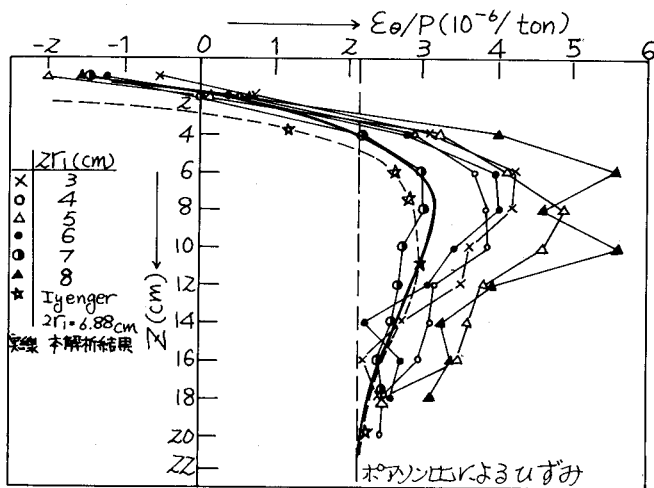


図-3 弾性域における無筋コンクリート供試体 ϵ_{θ}/P 分布

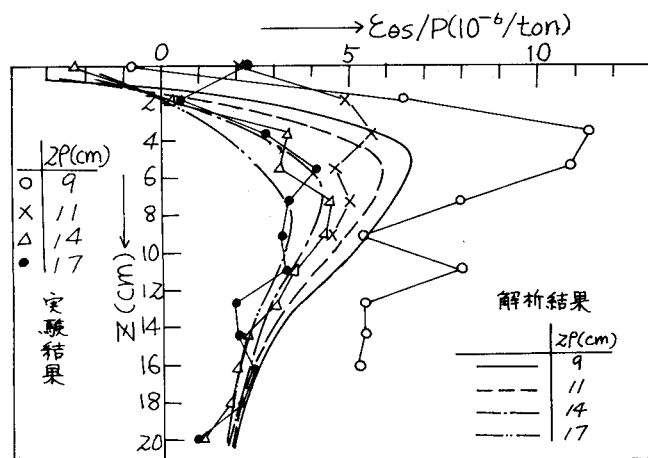


図-4 弾性域における $\epsilon_{\theta s}/P$ 分布 ($2P=4$ cm)

するのに対し、支圧板径の大きい場合 ($2P=5 \sim 8$ cm) では一部のラセン鉄筋が降伏して他の部分のラセン鉄筋によって荷重が受け持たれ、さらに荷重が増加した後破壊するという破壊機構の相異がみられる。いずれにしても、破壊時にはラセン鉄筋は降伏しており、破壊荷重はラセン鉄筋柱としての破壊に支配されると考えられる。

実用式については理論式¹⁾のうち「ラセン鉄筋柱」となつて破壊する式を採用し、

$P/P_1 > 2.5$ では補強効果が一定になることを考えあわせると次式となる。

$$P/P_1 \leq 2.5 \text{ のとき } \sigma_{u/c} = r_1/p + (-1/\sigma_{t0}) \cdot \sigma_{sy} \cdot P/P_2 \cdots (1), \quad P/P_1 > 2.5 \text{ のとき } \sigma_{u/c} = K \cdot \frac{P}{F_1} \cdots (2)$$

実験定数 K は一連の実験^(2,3) から $\sigma_{sy} = 1700 \text{ kg/cm}^2$ の場合次式となる。 $K = 5.3/P + 0.897 \cdots (2)$

また(1)式では $P/P_1 > 2.5$ で不連続点がでることなどを考慮して次式とする。

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_c} = \left[\frac{(K-1.2)P}{1.5 F_1} + \frac{(2.5-K)}{1.5} \right] \frac{r_1}{F_1} \cdots (3) \quad \text{以上の実用式と実験値との関係について}$$

$R = (\text{実用式による値}) / (\text{実験値})$ の平均 R および標準偏差 σ を求めると表-1 のようになる。

<参考文献> (1) 藤井 孝、「支圧強度に対する補強効果の理論的考察」土木学会第26回年次講演集 第5部 昭46.10. (2) 藤井、鍋野「コンクリートの支圧強度に対する補強効果」土木学会 第27回 第5部 昭47.10 (3) 藤井、鍋野「補強コンクリートの支圧強度計算式について」土木学会 第28回 第5部 昭48.10

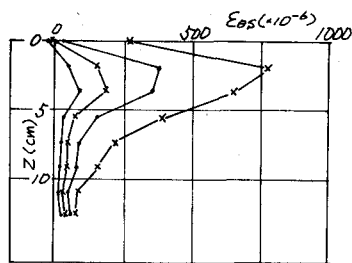


図-5 各荷重段階におけるラセン鉄筋ひずみ
 $\epsilon_{\theta s}$ 分布 (実験 $2P=3$ cm, $2P=9$ cm)

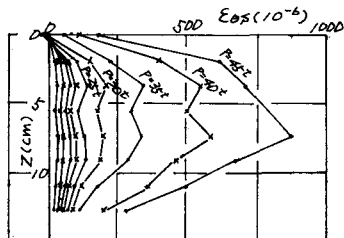


図-6 各荷重段階におけるラセン鉄筋ひずみ
 $\epsilon_{\theta s}$ 分布 (実験 $2P=8$ cm, $2P=14$ cm)

表-1 実用式による計算値の統計値

資料個数	実用式	平均値(R)	標準偏差(σ)
48	(1)	0.98	0.110
	(3)	1.00	0.106

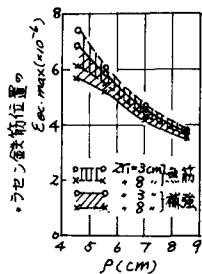


図-7 $P=1$ ton における
ラセン鉄筋位置のコンクリート
円周方向最大ひずみ(解析)