

V-166 鉄筋の配置方法がケミカルプレストレスに及ぼす影響

東京大学 正会員 岡村 甫
足利工業大学 正会員 〇辻 幸 和

1 まえがき

コンクリートに導入されるケミカルプレストレスは鉄筋の配置方法によって異なるのは当然であるが、この点についての研究は少なく、かなり詳しく十分に説明されていない。したがって、本研究では鉄筋断面の重心とコンクリートの断面の重心とが一致しない場合に導入されるケミカルプレストレスについて実験を行うと共に、その推定方法を提案し、鉄筋の配置方法がケミカルプレストレスに及ぼす影響について明らかにしたのである。

本研究は岡村正雄先生の御指導のもとで行われたものであり、実験にあたっては東京大学工学部土木数学科コンクリート研究室の奥様に多大な御援助を頂いた。また、大平孝次朗氏には卒業論文の一部として起始懇談に実験のデータを整理に従事して頂いた。ここに謹んで御礼申し上げます。

2 実験の概要

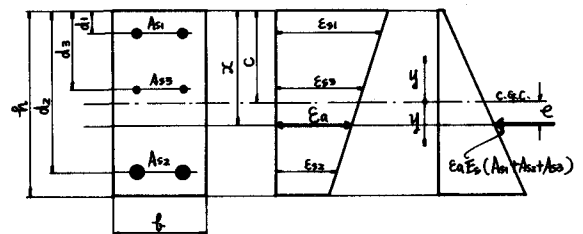
用いた供試体の断面寸法ならびに鉄筋の配置方法は表-1に示すようにあって、鉄筋表面に貼ったワイヤストレーンゲージにより、軸方向の膨脹ひずみを詳細に測定した。またφ9mmのPC鋼棒を断面重心に配置し、これを両端板と密着した拘束装置で膨脹コンクリートを一軸方向に拘束する供試体(10×10×4mm)も同時製作し、膨脹量もダイヤルゲージにより測定した。用いたコンクリートは、単位セメント膨脹水和材量が300~400kg/m³、単位膨脹水和材量が40~60kg/m³、水セメント膨脹水和材比が0.385~0.55、スランプが2~7cm、空気量が約1.5%程度のものである。セメントは日本セメント株式会社の早強ポルトランドセメントを、膨脹水和材は電気化学工業株式会社のものを、また骨材は砂、砂利ともに富山産のものを用いた。

3 ケミカルプレストレスの推定方法

著者の一人は「単位体積あたりの膨脹コンクリートが拘束鋼材に対してなす仕事量 U 」の概念を導入し、コンクリートの断面重心と鉄筋の重心とが一致している場合に導入されるケミカルプレストレスを推定する方法を提案したが、この仕事量 U の概念を鉄筋断面の重心位置がコンクリートの断面重心位置と異なるように鉄筋を配置した場合にも適用する必要があると考えたのである。すなわち、a) 鉄筋の配置方法にかかわらず単位体積あたりの膨脹コンクリートが鉄筋に対してなす仕事量 U は一定の値をとると仮定した。次に、鉄筋全体を代表する膨脹ひずみ ϵ_a がどの位置に生じるかを仮定しなければならない。鉄筋の断面積について、この重心位置に定めることもあったが、そのように仮定すると断面と断面と膨脹ひずみとにより、実験結果は相反する。よってケミカルプレストレスに及ぼす拘束の程度の影響は

供試体名	b (mm)	h (mm)	A _{s1} (mm ²)	A _{s2} (mm ²)	A _{s3} (mm ²)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	供試体厚さ z(mm)
A	10	20	397	397	0	5	15	0	120
B	•	•	193	•	•	•	•	•	•
C	•	40	•	•	•	10	30	•	210
D	10	20	0	397	0	0	16	•	180
E	•	•	397	•	•	4	•	•	•
F	•	•	193	•	•	•	•	•	120
G	10	30	127	294	0	3	25	0	130
H	•	•	127	•	127	•	•	15	•
I	•	•	287	•	•	•	•	•	•
J	•	•	507	•	•	•	•	•	•

表-1 供試体の断面諸元等 (記号は図-1参照)



断面諸元 膨脹ひずみ分布 ケミカルプレストレスの分布

図-1 供試体の断面諸元と膨脹ひずみ分布 およびケミカルプレストレスの分布についての模式図

その平均根の関数であること、および実験結果を考慮合わせ、(b)仕事量 Π を求める膨脹 ϵ は鉄筋断面積の平均根 $\bar{r}$ の重心位置に仮定した。図2は鉄筋の配置方法の ϵ を变化させた場合の鉄筋の膨脹 ϵ の実験値から、仮定値を用いて計算した仕事量 Π の平均根と材令との関係を示しているが、この図からも上記の仮定は実用上は適当であることが認められる。したがって、コンクリートに弾性体と仮定すれば、コンクリートの断面図心から距離 y の位置の γ ミナルプレストレス σ_{γ} は次式より求めることができる(図-1参照)。

$$\sigma_{\gamma} = E_s E_p \sum_{i=1}^n A_{si} \left(\frac{1}{A_c} + \frac{e}{x_i} y \right) - \sqrt{2 E_s E_p \sum_{i=1}^n A_{si} \left(\frac{1}{A_c} + \frac{e}{x_i} y \right)} \sqrt{\Pi}$$

ただし、 $\Pi = \frac{1}{2} B E_p^2$ 、 B : 基準となる拘束鋼材比、 E_p : 鋼の膨脹 ϵ の係数、 E_s : 拘束鋼材のヤング係数、 e : 鉄筋断面の平均根 $\bar{r}$ の重心とコンクリートの断面図心との距離、 A_c : コンクリートの断面積、 x_i : コンクリートの断面図心軸に関する断面二次モーメント、 A_{si} : 鉄筋断面の総和

コンクリート上縁および下縁に導入された γ ミナルプレストレス σ_{γ} と、上記の式で推定した値 σ_{γ} 、実験値 σ_{γ} とを比較した例を図3および表-2に示す。この推定値を用いた仕事量 Π は(2)式で仮定値と一軸拘束試験体から求めた値を用いた。図3および表-2から、上縁における推定精度が少し悪いが、一般に各材令を通じて約20%以内の誤差で両者は一致していることが認められる。したがって、鉄筋の配置方法が異なる場合に導入される γ ミナルプレストレスも、基準となる拘束鋼材比 B をもつ一軸拘束試験体の膨脹 ϵ を実験することによって上記より実用上十分な精度で推定できるものと思われる。そして、表-2から認められるように、鉄筋の重心とコンクリートの図心とが近づくにつれて、コンクリートに導入される γ ミナルプレストレスが一樣になりいく傾向も十分な精度で予測できるものと考えられる。

4 おおげさ

膨脹コンクリートが拘束鋼材に対してなす仕事量を基礎に γ ミナルプレストレスの推定方法を提案し、この方法を用い

れば、矩形断面における鉄筋の配置方法が γ ミナルプレストレスに及ぼす影響を十分の精度で予測できることを明らかにした。したがって、 γ ミナルプレストレスを多量に導入するたけ、多量の鉄筋を配置すること、各断面の膨脹量が著しく大きくなってコンクリートの品質が劣化する場合も出てくる。鉄筋の配置にはこの点についての考慮も必要である。

参考文献 1) 日本コンクリート協会 膨脹コンクリート 1974年

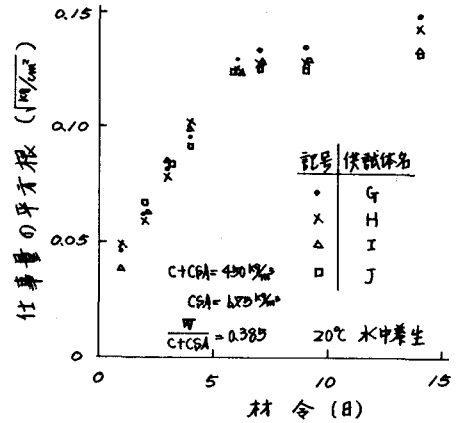


図2 鉄筋の配置方法が異なる場合の仕事量

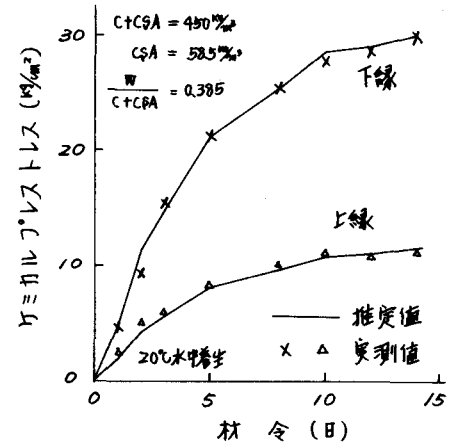


図3 γ ミナルプレストレスの推定値と実験値 (試験体名F)

試験体名	コンクリート上縁 (kg/cm²)						コンクリート下縁 (kg/cm²)					
	推定値			実験値			推定値			実験値		
	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)	材令(日)
G	3.9	5.4	6.4	8.8	6.4	11.7	50.3	70.4	84.3	53.0	73.9	75.9
H	2.7	13.4	16.1	2.4	14.6	22.8	48.6	62.4	80.8	49.2	63.8	62.7
I	12.8	26.0	31.2	12.3	27.4	36.5	43.8	60.7	72.7	52.2	69.7	65.4
J	27.3	32.5	46.1	36.4	51.4	54.5	40.3	53.3	66.9	46.4	57.7	62.8

表2 γ ミナルプレストレスの推定値と実験値