

九州大学 工学部 正 員 徳光 善治
九州大学 工学部 学生員 牧角 龍憲
九州大学 工学部 学生員 ○ 山本 友寿

1 まえがき

コンクリートのひび割れ制御の方法の一つとして、コンクリート内部に鉄筋を入れ、内部拘束することにより収縮量を低減させる方法がある。しかし、コンクリートが鉄筋により内部拘束されると、コンクリート中に生じた引張力により、コンクリートが引張りひずみを起し、別に部材間の拘束や温度変化などの原因で生じた引張りひずみとの和が、コンクリートの最大引張りひずみを越えた場合には、コンクリートにひび割れが生じる。

したがって、乾燥収縮量と拘束率（無筋コンクリートの乾燥収縮量に対する鉄筋により拘束された収縮量の割合）のバランスを考え、鉄筋の使用方法を適切なものになしねばならない。乾燥収縮量と拘束率は、鉄筋比、鉄筋の種類、鉄筋の配置、コンクリートの配合等が考えられる。

本研究は、鉄筋比が鉄筋コンクリートの乾燥収縮量に及ぼす影響を調べるために、鉄筋比を変えることによりコンクリートの乾燥収縮量を測定し、比較検討したものである。

その結果、各材令における鉄筋比と乾燥収縮量の関係式が得られたので、ここにその概要を報告する。

2 実験の方法

供試体は、 $10 \times 10 \times 40$ cmの角柱コンクリート供試体とし、無筋のものと、中心にそれぞれD13、D16、D19、D22を埋め込んだものである。使用材料は表-1にコンクリートの配合とともに示す。

表-1 コンクリートの配合及び使用材料

w/c	粗骨材の 最大寸法	スランプ	空気量	細骨材 率(%)	コンクリ ト温度	単位量					
						W	C	S	G _{10~20}	G _{2~10}	
50%	20mm	4.5cm	2.1%	40%	12.0℃	176	352	746	747	498	
・セメント：普通ポルトランドセメント(比重 3.15)								比重	吸水率	比表面積	
								細骨材	2.59	1.49%	2.68
								粗骨材	2.93	0.99%	6.60

3 測定方法

供試体は打設後ただちに、温度 $21 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度90%の恒温恒湿室で24時間養生した後、脱型し一日経過後、温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\%$ の部屋に移し、測定を開始した。

先に報告したように硬化初期において、コンクリートが鉄筋をつかむまでの間は、両者の収縮量に差違が認められるが、その後はコンクリートと鉄筋が、一体となつて動く。従つて今回は、鉄筋コンクリートには標点を鉄筋にねじ込み、無筋の場合には中心に3cmほどの標点を埋め込んで、基準長が420mmのコンクリートコンパレータを用い、各鉄筋比について2本づつ測定したが、両者にほとんど差がなかつたので、平均値をもつて測定値とした。

4 結果と考察

各鉄筋比における乾燥収縮量は、最小二乗法で求めた近似双曲線式

$$f = \frac{t}{a + bt} \quad \begin{array}{l} a, b : \text{定数} \\ t : \text{材令} \end{array} \quad \dots\dots\dots (1)$$

によく一致した。各鉄筋における近似双曲線を図-1に示し、今後の考察は同式の値で行なうものである。

上式の係数 a の逆数は曲線のたちあがりにおける傾きを表わし、 b はその逆数が最終収縮量を表わすのであるがこれらの係数 a 、 b は実験を行なつた時の条件により、鉄筋比 P の大きさによつてのみ変化するもので、鉄筋比 P の関数式として表わすことができる。図-2および図-3によれば、係数 a 、 b と鉄筋比 P はほぼ直線の関係

にあると考えられるので、

$$a = k_1 + k_2 P \quad b = k_3 + k_4 P$$

とおける。従、て先に求めた乾燥収縮-材令曲線式は

$$f = \frac{t}{a + bt} = \frac{t}{(k_1 + k_3 t) + (k_2 + k_4 t)P}$$

と表わされる。ある材令 t における f を考え

$$A = k_1 + k_3 t$$

$$B = k_2 + k_4 t$$

$$C = t$$

とおくならば

$$f_t = \frac{C}{A + BP} \dots \dots \dots (2)$$

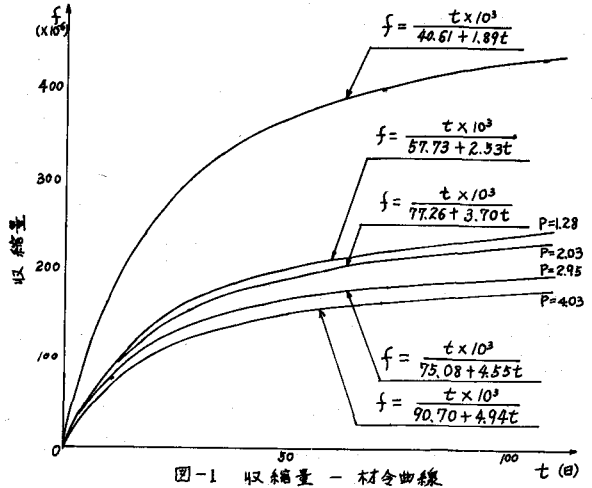


図-1 収縮量-材令曲線

という双曲線がえられ、各材令における乾燥

収縮量 f_t と鉄筋比 P との関係式得られる。

表-2にグラフより求めた k_1 , k_2 , k_3 , k_4 と $t=28$ および $t=\infty$ における A , B , C の各値をまとめて示す。

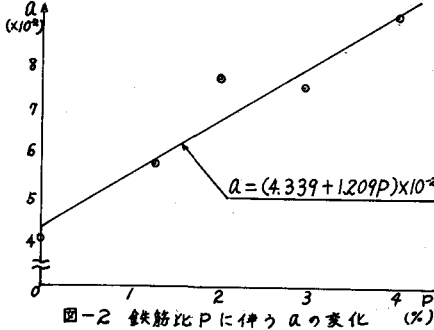


図-2 鉄筋比 P に伴う A の変化

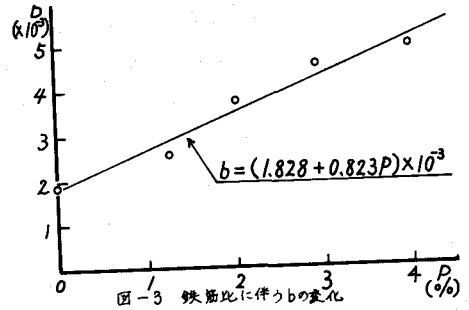


図-3 鉄筋比に伴う B の変化

表-2

k_1	k_2	k_3	k_4	A_{28}	B_{28}	C_{28}	A_{∞}	B_{∞}	C_{∞}
4.339×10^{-2}	1.209×10^{-2}	1.828×10^{-3}	0.823×10^{-3}	9.457×10^{-2}	3.513×10^{-2}	2.8	1.828×10^{-3}	0.823×10^{-3}	1

また、各鉄筋比における収縮量-材令曲線式(1)より求めた $t=28$ および $t=\infty$ の値をプロットしたものと、上式(2)より求めた f_{28} , f_{∞} と鉄筋比との関係を図-4に示す。

図-4において、式(2)は各測定値に非常によく近似しているので、湿度60%、温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ に保たれた場合の乾燥収縮量 f と鉄筋比 P の関係を表わす式は、

$$f = \frac{t}{(k_1 + k_3 t) + (k_2 + k_4 t)P}$$

k_1, k_2, k_3, k_4 ; 定数
 P ; 鉄筋比
 t ; 材令

特に材令28日および、長期材令における乾燥収縮量 f_{28} , f_{∞} は

$$f_{28} = \frac{28 \times 10^3}{9.457 + 3.513P}$$

$$f_{\infty} = \frac{1 \times 10^3}{1.828 + 0.823P}$$

で与えられる。参考文献; 大島久次、池永博威

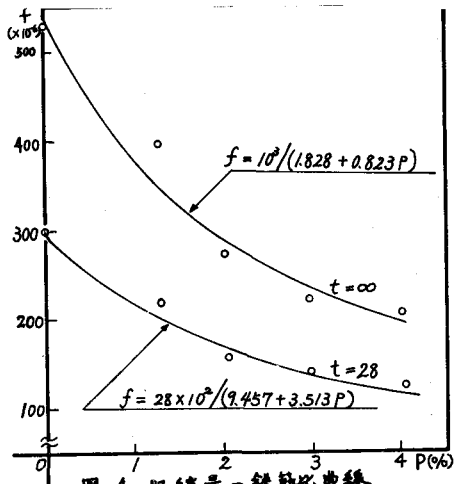


図-4 収縮量-鉄筋比曲線

「鉄筋により拘束される場合のコンクリートの乾燥収縮」

セメントコンクリート No.314 Apr.1973