

人工軽量骨材 コンクリートの乾燥収縮と拘束ひびわれ

鳥取大学 正員 工修 ○阪田 繁次
鳥取大学 正員 工博 木山 英郎
鳥取大学 正員 工博 西林 新蔵

1. はしがき

近年、コンクリート構造物の軽量化に対する要望が深まり、これに伴って人工軽量骨材を用いたコンクリートが、土木構造物の構造主体として利用されるようになった。一方、設計上の問題点として、引張強度および弾性係数が普通コンクリートに比して小さいことに起因する、弾性係数比(n)、ひびわれ耐力、斜めひびわれ耐力、たわみ等が挙げられる。また、乾燥収縮、ワリーブも重要な問題である。

本研究は、人工軽量骨材の吸水量、吸水状態、環境条件および水セメント比等がコンクリート、モルタルおよびセメントペーストの乾燥収縮、強度および弾性係数に及ぼす影響、ひびわれに及ぼす影響ならびに乾燥収縮とひびわれの関係等について総合的に検討するものである。

2. 実験概要

本実験に使用した骨材は、天然骨材(吸水量:粗骨材:1.21%,細骨材:1.23%),近粒型人工軽量骨材ライオンナイト(吸水量:粗骨材:2.30%,細骨材:4.00%),非遠粒型人工軽量骨材宇部軽骨(吸水量:粗骨材:13.0%,細骨材:11.5%)の3種類で、その他の試験条件は、表-1に示す通りである。

コンクリート、モルタルおよびセメントペーストの配合を表-2に示す。コンクリートの配合は、単位セメント量を350kg/m³(一定)とし、各水セメント比によって単位水量を決め、さらにコンクリート中に占める粗骨材の体積を一定とし、残りを細骨材で占めるよう考慮した。モルタルの配合は、上記コンクリート中のモルタルと同じ配合とした。

供試体は打設後直ちに温度20℃、湿度90±5%(H)、50±5%(L)の恒温、恒温室に搬入し、24時間後に脱型し、直ちに乾燥収縮の測定を開始した。ひびわれ観測用の拘束供試体は図-1に示すように、コンクリート(モルタル、セメントペースト)中にボルトを埋め込み、鋼製の型ワックにナットで固定して変形を拘束し、乾燥収縮により発生する応力によって供試体中央部にひびわれが発生するよう考慮し、乾燥収縮測定用供試体と同様に保存し、ひびわれを観察した。1種類毎に面中3面にひびわれが発生した日をもって、ひびわれ発見日と定めた。また、強度測定用の供試体も同様に

表-1 試験条件

供試体種別	セメントペースト(P) モルタル(M) コンクリート(C)
骨材の種類	天然骨材(N) ライオンナイト(L) 宇部軽骨(U)
水セメント比	30~60...セメントペースト 50~1モルタル 60...コンクリート
骨材の吸水状態	色乾(L) 瓦乾(M) 蒸乾(A)
環境条件 (温度)	90±5%(H) 50±5%(L) 湿度は20℃とする。

表-2 配合表 ポリスNo.8 Cx0.25%

供試体	水	C	W	S/A	S	Gr
CN	40	350	140	46	560	1065
	50	"	175	43	771	"
	60	"	210	40	681	"
CLO	40	"	140	46	565	572
	50	"	175	43	525	"
	60	"	210	40	467	"
CLM	40	"	140	46	576	518
	50	"	175	43	516	"
	60	"	210	40	452	"
CLA	40	"	140	46	588	524
	50	"	175	43	527	"
	60	"	210	40	460	"
CUO	40	"	140	46	527	512
	50	"	175	43	473	"
	60	"	210	40	413	"
CUM	40	"	140	46	558	525
	50	"	175	43	500	"
	60	"	210	40	460	"
CUA	40	"	140	46	588	579
	50	"	175	43	527	"
	60	"	210	40	465	"
MN	40	576	231	196	1970	
	50	"	288	112	1790	
	60	"	346		1525	
MLO	40	"	231		929	
	50	"	288		833	
	60	"	346		735	
MLM	40	"	231		968	
	50	"	288		850	
	60	"	346		745	
MLA	40	"	231		968	
	50	"	288		866	
	60	"	346		758	
MUO	40	"	231		868	
	50	"	288		779	
	60	"	346		678	
MUM	40	"	231		918	
	50	"	288		824	
	60	"	346		725	
MUA	40	"	231		968	
	50	"	288		867	
	60	"	346		732	
P	30	1619	456			
	40	1347	546			
	50	1222	612			

保存し、打設後4週目とひびわれ発見日に、圧縮強度 (σ_c)、引張強度 (splitting test)、弾性係数 (E_{28}) を測定した。

3. 実験結果と考察

実験は現在継続中で、すでに一部その結果が出たものについて述べることにし、本研究の全容については後日報告する。図-2 はセメントペーストの乾燥収縮と時間の関係を示したものである。従来より指摘されているように、乾燥収縮は、供試体と環境との間の湿度勾配に起因するラーページ効果であるということが、この図からわかる。すなわち、低湿の場合は水セメント比の相違による乾燥収縮の差が顕著にあらわれるが、高湿の場合はその差があらわれない。また、水セメント比が異なるものではその立ち上りが小さく、逆に水セメント比が小さいものでは立ち上がり大きいことから乾燥収縮の機構がラーページ現象であることがわかる。つぎに表-3 に拘束ひびわれ実験の結果を示した。ひびわれ発見日に測定した弾性係数 (E_t) より供試体の断面縮小によるひびき倍率 (α) を求め、ひびわれ発見日の乾燥収縮ひびき (ϵ_t) より、次式によって拘束供試体中に発生している応力 (σ) を求めた。

$$\sigma = E_t \epsilon = E_t \alpha \epsilon_t \quad \cdots (1)$$

さらにひびわれ発見日の強度 (σ_c) との比 (ひびわれに対する抵抗値) を求めた。

$$\sigma/\sigma_c = E_t \alpha \epsilon_t / \sigma_c \quad \cdots (2)$$

いま、圧縮強度との比をみると、低湿中のものでは、0.25~0.35 の範囲にあるが、高湿中のもの (P-30(H), P-50(H)) はそれよりも大きな値になっている。これは、低湿中のものは内部構造がまだ十分に安定に達していない若草令 (3日~5日) でひびわれが発生したのに対し、高湿中のものは若草令がさらに進んだ後であるため、内部構造のひびわれに対する抵抗性が大きくなったことに起因するものであると考えられる。このことは、若草令28日の値で試算した P-30(H) の抵抗値が 0.29 であるが、まだひびわれを発生していないことからもうかがわれる。さらに、若草令のみならず、養生の相違による供試体内部の結晶構造の差の影響も考えられる。

また、ひびわれに対する抵抗値は、供試体の拘束の程度、引張クリープ、伸び能力等の影響を考慮して求めなければならない。とくに、若草令におけるクリープの影響は大きいと思われる。それらについては現在検討中であり、表-2 に示したすべての供試体についての実験を終了した後、あらためて報告するつもりである。

図-1 供試体寸法 (単位: mm)

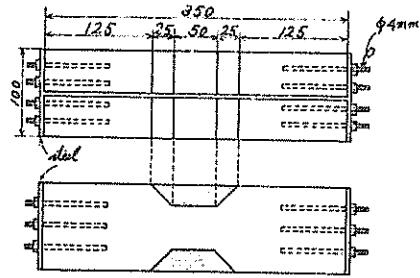


図-2 乾燥収縮-時間曲線 (セメントペースト)

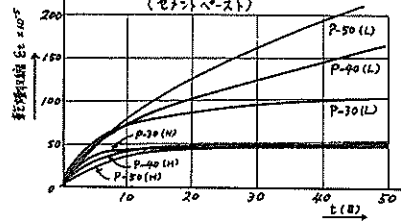


表-3 実験結果

供試体	σ_{28} (cm^2)	E_{28} ($\times 10^4$)	σ_{28} (cm^2)	E_t (cm^2)	E_t ($\times 10^4$)	σ_c (cm^2)	E_c ($\times 10^4$)	α	ϵ ($\times 10^{-5}$)	σ/σ_c (cm^2)	σ/σ_c (cm^2)		
P	L	553	174	219	459	1.98	24.6	44.6	1.93	72.0	142.6	0.31	5.80
-30	H	659	247	385			(44.0)	(171)	(78.5)	(194.0)	(12.9)	(3.02)	
P	L	253	104	16.7	257	1.37	13.6	30.5	1.76	53.7	73.6	0.29	5.81
-40	H	381	192	213	321	1.80	23.9	46.1	1.73	77.8	142.6	0.45	6.01
P	L	131	0.94	12.6	144	1.02	11.9	25.5	1.80	45.9	46.8	0.33	3.93
-50	H	234	1.72	12.5	180	1.41	19.4	37.8	1.76	63.9	70.1	0.50	4.44
CLA	L	219	1.60	18.9									
-40	H	288	2.24	26.6									
CLA	L	100	1.39	13.4									
-50	H	216	1.71	20.6									
CLA	L	100	1.29	14.0									
-60	H	153	1.74	18.8									
CVA	L				225	1.31	21.4	22.9	1.77	40.5	53.1	0.24	2.48
-40	H												
CVA	L				120	1.06	15.9	21.6	1.80	39.9	41.2	0.32	2.59
-50	H												
CVA	L				150	1.11	23.4	22.9	1.79	44.0	45.6	0.30	3.45
-60	H												