

1. まえがき

昨年度は乾燥・湿潤・凍結・融解作用下における無筋コンクリートの性状変化について検討したが、本年度は鉄筋で内部拘束した供試体も作製し、検討を加えたので報告する。

2. 実験方法

使用材料は普通ポルトランドセメント(比重3.16)、海砂(比重2.59)、角閃岩碎石(AM, 最大寸法20mm, 比重2.98)及び人工軽量骨材(UB, 最大寸法15mm, 比重1.61)である。コンクリートの配合及び強度を表-1に示す。今回はプレーンコンクリートのみとした。

表-1 コンクリートの配合及び強度

配合記号	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	単位セメント量 (kg)	圧縮強度 σ_{28} (kg/cm ²)	静弾性係数 E_s (kg/cm ²)
AM-PL (角閃岩コンクリート)	11.5	2.5	53	350	287	2.69×10^5
(人工軽量コンクリート) UB-PL	12.0	2.3	53	350	160	1.15×10^5

供試体は75×10.0×40.0cmの角柱である。供試体には写真-1及び写真-2に示すようにコンタクトストレインゲージによる長さ変化測定用の金具を埋設した。鉄試体断面の短辺方向の中心部に2本のD13筋を配置した鉄筋拘束有の供試体(鉄筋比3.38%)と無筋の供試体の2種類を作製した。

材令28日まで水中養生(20℃)し、乾燥・湿潤作用を10サイクル(温度20℃, 湿度44%~100% RH, 1サイクルは12時間)与え、つぎに

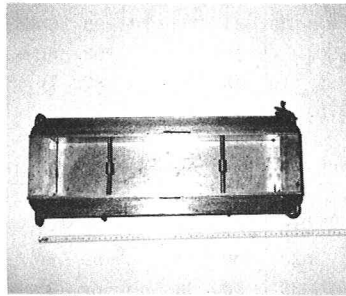


写真-1 無筋コンクリート用型枠

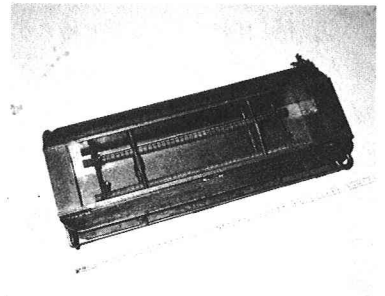


写真-2 鉄筋コンクリート用型枠

水中凍結融解作用を25サイクル(-18~+5℃, 1サイクルは4時間)与え、これを凍結融解サイクル数が300回になるまで、あるいは測定不能になるまで続行した。以上を乾湿・凍融交互作用と記すことにする。

一方、材令28日まで水中養生した後、前記と同様の乾燥・湿潤作用を120サイクル連続して与え、その後、水中凍結融解を与える試験も行った。測定項目は供試体の重量、動弾性係数(たわみ振動による)及び長さ変化である。リニヤトラバース法によって硬化コンクリートの気泡分布状態も観察した。長さ変化の測定は融解終了後、供試体の温度を5℃に保持して行った。

3. 実験結果

表-2に乾湿・凍融交互作用に伴う角柱コンクリート供試体の重量、動弾性係数及び長さ変化の測定結果を示す。Wは重量百分率、 E_b は動弾性係数百分率、Lは長さ変化をそれぞれ示す。

重量はAM-PLで拘束、非拘束とも7%程度減少し、UB-PLで同じく、15%程度減少した。動弾性係数についてはAM-PLで鉄筋拘束の場合、25サイクルの凍融作用で80%程度に減少し、その後は減少がほとんど認められなかった。非拘束の場合も良好な耐久性を示した。一方、UB-PLで鉄筋拘束の供試体は25サイクルの凍融作用で、動弾性係数は85%程度に減少し、その後、徐々に劣化した。250サイクルで75%程度とかなりの耐久性を示した。UB-PLで非拘束の場合は185サイクルの凍融作用で40%以下に動弾性係数が低下した。

長さ変化についてはAM-PLの場合、拘束、非拘束とも伸縮を繰り返して、大きい伸びは認められなかった。UB-

表-2 試験結果

PLで鉄筋拘束の場合は伸縮を繰り返しながら徐々に伸びていく傾向が認められた。非拘束の場合は75~150サイクルまで伸縮を繰り返しながら徐々に伸びて、それ以降は急激に伸びた。動弾性係数が60%程度に減少する時点で伸びのひずみが 2000×10^{-6} 程度となっている。

乾湿・凍融交互作用に対しては普通コンクリートのAM-PLの方が人工軽骨コンクリートのUB-PLよりも耐久性が良好である結果が得られた。これは凍結融解作用に対して普通コンクリートの方が人工軽骨コンクリートより耐久性に富むということと一致する。

鉄筋拘束の有無の相異はUB-PLの試験結果に大きく影響を与えている。すなわち、鉄筋で拘束した供試体は無拘束の供試体と比較して耐久性に優れるという結果が得られた。吸水率の大きい人工軽骨を含むコンクリートの凍結膨張を鉄筋がかなり拘束しているものと考えられる。

表-2の下段には材令28日まで水中で養生したAM-PL及びUB-PLについて乾湿作用を連続して与え、その後水中凍結融解試験を行った結果を示している。AM-PLとUB-PL、鉄筋拘束と非拘束の比較を行ってみると全般的に乾湿・凍融交互作用を与えた場合と同様であるが、AM-PLで鉄筋拘束の影響が認められる。

10サイクルの乾湿作用をはさんで25回の凍融作用を計300サイクル与えた方が連続して乾湿作用(120回)を与えた後、連続凍融作用を与える場合より供試体の劣化が少なくなることが明らかである。

以上の実験より、鉄筋拘束供試体が無筋供試体より耐久性に優れていることが本実験の範囲内で言える。

サイクル数		AM-PL						UB-PL					
凍融	乾湿	拘束			非拘束			拘束			非拘束		
		W	E _D	L	W	E _D	L	W	E _D	L	W	E _D	L
		%	%	$\times 10^{-6}$	%	%	$\times 10^{-6}$	%	%	$\times 10^{-6}$	%	%	$\times 10^{-6}$
0	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0
	10	99	89	-100	99	90	-213	98	100	-14	97	96	-125
25		99	89	-125	99	90	-120	99	100	-62	98	88	-113
	20	98	82	-205	98	85	-32	94	84	-76	93	84	-145
50		97	84	-59	97	86	-318	95	85	45	95	85	25
	30	96	74	-229	95	80	-488	92	81	-35	92	82	-75
75		97	82	-181	97	83	-295	94	84	64	93	83	-85
	40	96	77	-126	96	81	-298	91	79	120	90	78	-157
100		97	83	-165	96	85	-238	94	79	-8	93	76	273
	50	96	77	-85	95	81	-263	90	83	143	90	81	240
125		96	82	-163	96	85	-278	92	80	18	91	76	403
	60	96	80	-105	95	84	-190	89	80	-35	88	76	175
150		96	83	-27	96	86	-208	91	78	325	91	69	540
	70	95	78	-38	95	82	-220	88	80	96	88	75	395
175		96	83	-188	95	85	-270	91	73	359	89	58	2030
	80	95	73	-135	94	81	-285	88	76	306	85	66	1790
200		95	84	124	95	85	8	89	71	343	88	46	1845
	90	94	82	38	94	86	-113	86	72	379	84	55	1525
225		95	83	116	94	85	50	88	65	534	87	27	2860
	100	94	79	70	93	84	-195	85	71	338	84	-	2553
250		93	81	-19	93	80	-28	84	73	623	85	-	-
	110	93	78	9	92	76	-5	81	-	635	82	-	-
275		93	82	-2	93	81	53	-	-	-	-	-	-
	120	92	81	191	92	82	-28	-	-	-	-	-	-
300		93	83	241	92	82	160	-	-	-	-	-	-
	0	100	100		100	100		100	100		100	100	
	10	99	87		99	87		97	98		95	97	
	20	99	84		99	86		95	96		93	94	
	30	99	82		98	85		95	92		92	91	
	40	98	82		98	85		94	92		91	91	
	50	98	72		98	79		92	82		90	82	
	60	98	72		98	79		92	81		90	82	
	70	98	72		98	79		92	81		89	82	
	80	98	72		98	80		92	81		89	81	
	90	98	72		98	80		92	79		89	81	
	100	98	71		98	79		91	78		89	79	
	110	98	70		98	79		91	77		89	78	
	120	98	70		98	77		91	77		89	77	
25		100	80		100	78		96	81		95	53	
50		100	78		100	69		95	77		95	37	
75		99	75		100	49		94	75		93	11	
100		96	73		99	43		93	76		91	-	
125		95	71		99	31		93	70		87	-	
150		91	65		96	25		91	67		-	-	
175		89	64		95	18		89	66		-	-	
200		88	61		94	-		88	66		-	-	
225		88	59		92	-		86	66		-	-	
250		87	57		91	-		84	68		-	-	
275		87	55		91	-		83	68		-	-	
300		86	53		-	-		80	70		-	-	