

福岡大学 正員 ○大和竹史
江本幸雄

1. 目的

市販の高強度用減水剤を使用するとコンクリートのワーカビリティを大幅に改善し、密実なコンクリートを作製することが可能であり、従来のコンクリートよりも強度はもちろん、水密性や耐久性を増大することができよう。本報告は多輪アロマスルホン酸系減水剤を使用したコンクリートのクリープ性状、耐久性および耐熱性を従来の普通コンクリート、人工軽量骨材コンクリートの場合と比較検討したものである。

2. 方法

高強度用減水剤 (NL1400) を使用したコンクリートの構成材料として、セメントは三菱普通ポルトランドセメントを、粗骨材は福岡市立花寺産蛇紋岩碎石 (比重 2.87、最大寸法 20mm) を、細骨材は広島産海砂 (比重 2.60、粗粒率 2.84) を使用した。単位セメント量 400, 450, 500, 600 および 700 kg/m³ にしてスランプが 8 ± 1.5 cm になるように試験練りにより単位水量を決定し、つぎに UB 試験機により UB タイムが最小となる最適細骨材率を決定した。決定した配合は表-1 に示すとうである。表中の N2045 (普通コンクリート) と L2045 (軽量コンクリート) および A0~A10 (AEコンクリート) は比較上の資料として加えたものである。なお、N2045 および A0~A10 の粗骨材として角内石碎石 (比重 2.95、最大寸法 20mm) を、L2045 の粗骨材として造粒型人工軽量骨材 (比重 1.34、吸水率 7.53%) を使用した。以下、コンクリートの名称は表-1 中の配合の種類の記事にて記述する。

2.1 クリープ試験

C400, C450, C500, C600, C700, N2045 および L2045 のクリープ試験を 100 ton 万能載荷試験機の定荷重制御装置を使用して行なった。クリープ用供試体 (φ15×30 cm) は 20℃ の水中にて養生し、材令 28 日に載荷した。載荷応力は材令 28 日の圧縮強度の 20, 40, 60 および 80% の 4 種類とした。供試体表面に貼付したワイヤストレングージにリード線を 3 線式結線法にて結線し、C400 から C700 に対してはストレングージ (SH60B: 共和電業製) により、N2045 と L2045 に対しては動ひずみ計 (DHM-1N) を介してサーボユード (産迎測器製) によりひずみを測定した。

2.2 耐久性試験

凍結融解作用に対する耐久性を ASTM-C290 の水中凍結融解試験方法に準じて行なった。供試体は φ10×20 cm のシリンダーで材令 28 日まで 20℃ の水中にて養生してから試験を開始した。104 サイクルまでは 8 サイクル毎に、それ以降は 24 サイクル毎に、供試体の径、高さ、重量およびたわみ振動法による共振振動数を測定した。これらの測定値より重量百分率、動弾性係数百分率および耐久性指数 (D.F.) を算出して劣化程度を検討した。

2.3 耐熱性試験

C700, N2045 および L2045 の耐熱性を次の要領にて試験した。材令 28 日まで 20℃ の水中にて養生した 1 組 6 本の供試体 (φ5×10 cm) のうち、3 本の圧縮強度試験を行ない、残り 3 本を電気炉 (内寸法 100×150×300 mm)

表-1 コンクリートの配合および強度

配合の種類	最大骨材径 (mm)	スランプ (mm)	空気含有率 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)						圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²) (×10 ¹⁰)			
						水	セメント	粗骨材	細骨材	砂	充填剤				合計		
C400	20	84	1.3	40	44	159	399	802	1200	1495	1400	385	460	27.4	32.7	3.33	3.66
C450	20	82	1.0	34	42	153	450	767	1233	1688	—	466	502	31.7	34.7	3.84	4.02
C500	20	87	0.8	31	39	153	501	691	1271	1879	—	472	451	31.7	32.4	3.89	3.69
C600	20	71	1.6	25	35	149	577	589	1285	2237	—	579	546	35.0	38.7	4.20	4.44
C700	20	78	1.6	23	30	161	676	471	1293	2607	—	544	620	33.0	42.2	4.17	4.13
N2045	20	134	5.9	45	36	158	350	650	1306	0.875	51	—	317	—	22.5	—	2.04
L2045	15	70	3.8	45	36	158	351	617	546	0.877	227	299	14.2	16.4	1.93	2.19	
A0	20	83	0~1	53	40	186	350	728	1244	—	—	253	355	23.6	26.5	—	—
A3	20	12.5	2.05	53	40	186	350	697	1191	0.0050	114	191	276	19.5	28.8	—	—
A4	20	9.7	4.21	53	40	172	325	710	1213	0.0065	—	212	271	20.3	27.3	—	—
A6	20	13.5	6.1	53	40	172	325	689	1197	0.0078	—	193	211	21.3	27.3	—	—
A10	20	14.0	10.15	53	40	159	300	649	1147	0.0080	—	166	189	19.7	28.8	—	—

に入れ、室温より設定温度(200, 400, 600および800℃)まで5℃/minの割合で加熱し、3時間、設定温度に保った後、徐冷してから圧縮強度試験を行ない、加熱前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の割合を圧縮強度百分率として算出した。また、供試体の断面にフェノールフタレン溶液を噴霧器にて吹付け、加熱により中性化が進んでいるか調べた。

3. 結果

3.1 クリープ: C700の試験が未完であるのでC600, C500, C450, C400, N2045およびL2045の単位応力当りのクリープひずみを図-1から図-6に示す。C450とN2045の一部を除いて単位応力当りのクリープひずみは載荷応力度の割合が大きいくほど大きくなっている。普通コンクリート(N2045)および人工軽骨コンクリート(L2045)の単位応力当りのクリープは強度の80%載荷, 60%載荷によって両者ではほぼ等しく、40%, 20%載荷ではN2045の方がL2045の2倍程度となった。高強度用減水剤を使用したコンクリート(C600~C400)の単位応力当りクリープはすべて 1.0×10^{-6} 程度以下となって普通コンクリート(N2045)の場合よりも小さい結果が得られた。

3.2 耐久性: 高強度用減水剤使用のC400, C450, C500, C600およびC700の凍結融解試験結果のうち、動弾性係数百分率を図-7に示す。これらのコンクリートおよび単位セメント量350kgから300kgのAEコンクリートの耐久性指数(RF)を式 $RF = P \cdot N^M$ において $P=60$, $M=300$ として求め、表-2に示す。C600およびC700は空気量6%程度のAEコンクリートと同程度以上の耐久性を有することが示された。一方、単位セメント量が500kg以下になると耐久性が大きく低下した。高強度用減水剤を使用する場合スランプ8エス15mm程度のコンクリートでは単位セメント量を大きくして耐久性を確保しなければならない。

3.3 耐熱性: 単位セメント量700kgで高強度用減水剤を使用したコンクリート(C700)の耐熱性試験の結果を図-8に示す。図中には同じ条件下で実施した普通コンクリートおよび人工軽骨コンクリートの結果も記入した。高強度コンクリート(C700)は200℃加熱で85%, 400℃加熱で65%, 600℃加熱で50%, 800℃加熱で30%と順次、圧縮強度百分率が低下した。400℃から800℃の範囲では普通コンクリートと軽骨コンクリートの中間程度の耐熱性を有するようである。

4. あとがき

実験実施に当たり、福岡大学工学部コンクリート研究室の皆様のご協力を得ました。謝意を表します。

表-2. 耐久性指数

面配合の種類	耐久性指数
C400	15
C450	16
C500	41
C600	91
C700	97
A0	26
A3	84
A4	83
A6	90
A10	92

