

佐賀大学 理工学部 正 石川 達夫
佐賀大学 理工学部 学 堀田 信彦

1. まえがき

暑中コンクリートあるいは蒸気養生コンクリートなどのようにコンクリートがまだ固まらないうちに高温にさらされることにより長期強度の伸び率が低下することが問題とされてきている。高温状態（35℃～40℃）の下での初期養生という条件下で2種類の配合のコンクリートおよびそれぞれにシリカ質混和材を混入したコンクリートについて初期高温養生時間を変えて圧縮強度試験を行ない4週強度に及ぼす影響を調べてみた。

2. 使用材料および試験方法

使用骨材は粗骨材として小城産碎石、細骨材として筑後川産川砂を使用した。セメントは普通ポルトランドセメント、混和材はシリカ質混和材AおよびBを使用した。骨材の物理的性質を表1、混和材の化学分析表を表2に示す。配合は水セメント比を変えた2種類で示す配合を表3に示す。混和材はそれぞれセメント重量の6%外割で混入した。

コンクリートはφ10×20cmの型枠に打設後ただちに所定の高温養生室および20℃恒温室で養生を行なった。なお高温養生の際の室内温度は養生室の中央に取り付けた自記温度記録計により求めた。圧縮強度試験は2通りの方法で行ない供試体は各材令につき3個とした。実験の概要を図1に示す。(a)は初期高温養生が初期強度に及ぼす影響を見るために行なったものである。(b)は初期高温養生が長期強度に及ぼす影響を見るために行なったものである。

3. 試験結果と考察

強度試験によって得た値を表4、表5に示す。表4は所定の高温養生終了時の強度である。表5は高温養生終了後標準養生を行なって得た3日、7日、28日の強度である。なお()内の数字は各標準養生28日強度を100としたときの相対強度である。

表4において養生温度40℃と20℃の材令1日(24h)強度を比較すると明らかに高温養生を行なったものが標準養生のものより高い強度を示していることがわかる。この点に關してのみ注目すれば水セメント比を変えたもの、混和材を混入したものに ついても同じ結果が得られた。すなわちコンクリートを初期において高温にさらすことでセメントの水和反応が促進されて初期強度は高くなる。次に水セメント比を変えた場合高温養生が強度におよぼす影響のちがいをみるために図2を作成した。図2は横軸に換算温度(温度×時間)縦軸に相対強度をとって各値をプロットしたものである。従来の理論では換算温度と相対強度との

表1. 骨材の試験成績

	最大径mm	比重	吸水率%	単位容積重量kg/m ³	粗粒率%	細粒率%
細骨材	5	2.49	2.56	1590	2.98	—
粗骨材	20	2.85	1.14	1640	6.70	22.5

表2 シリカ質混和材化学分析表 (A)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	S
32-35	15-16	0.6-0.9	41-44	4-6	0.8-1

(比重2.35)

表2 (B)

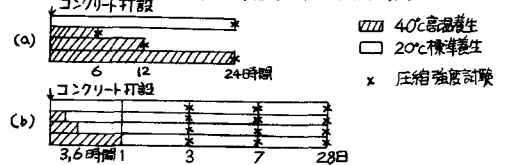
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	I _g loss
84-90	2.06	4.96	3.12	1.88	1.49

(比重2.64)

表3 配合表

配合	粗骨材の最大寸法 (mm)	スポンジの割合 (%)	空気量の割合 (%)	水セメント比 (%)	細骨材の割合 (%)	単位量 (kg/m ³)					
						水	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤	
I	20	7.5	3	58	51	182	349	966	969	21	
II	20	7.5	3	36	46	188	521	695	933	31	

図1. 養生条件と試験材令

表4 養生終了時強度 (kg/cm²) ()内は%

温度 時間	40℃			20℃	
	6h	12h	24h	24h	24h
アレンI	9 (3)	44 (16)	82 (30)	39 (14)	
A混入I	11 (4)	44 (14)	94 (30)	43 (14)	
B混入I	20 (7)	86 (31)	121 (44)	49 (18)	
アレンII	18 (4)	67 (16)	127 (30)	77 (18)	
A混入II	27 (6)	115 (27)	189 (45)	99 (24)	
B混入II	30 (8)	114 (29)	203 (51)	102 (26)	

間には一定の関係があり積算温度が約1000°Cまでの間には比例関係が成立し、またこれは単位セメント量を変えた場合でもほとんど変わらないとされている。本実験においても水セメント比を変えた場合相対強度にほとんど差はみられず、また積算温度との間に比例関係が成立することが言えそうである。ただし混和材を混入した場合は、かなりちがった値を得た。

図3～5は材令3日、7日、28日における相対強度と養生時間との関係を示したものである。図3を見るとわかるようにアレーンコンクリートにおいては初期において高温養生をした場合その養生時間の長い程28日強度の発現が小さいことがわかる。この原因としては従来から言われているとおり、初期に高い温度で養生すると水和反応が促進され水和生成物の拡散が不十分となりセメント粒子の周辺に不飽和水層を生じる事および微細構造内の水和ゲルの分布が不均一となり長期の水和を阻害することが考えられる。したがって長期水和反応を促進する目的でシリカ質混和材を使用した方がその結果について図4、5を見てみると材令3日、7日においてはそれ程の効果は見うけられなかった。しかし28日強度において24時間高温養生したものは強度伸び率の低下がそれ程なく若干ではあるが標準養生の値をうめまわすものもあった。また3時間、6時間養生したものに比べて24時間養生のものが強度が大となっていることに気づく。以上のことよりシリカ質混和材を使用することにより長期強度伸び率の低下をある程度防止出来ることがわかった。そしてその効果は養生時間が長い程また材令長期について効果があると言えそうである。

表5 3日、7日、28日 強度 (kg/cm²) ()内は%

養生温度 ℃	I			II		
	3日	7日	28日	7日	28日	
アレーン	0h 154 (57)	238 (88)	271 (100)	249 (59)	33 (79)	423 (100)
	3h 102 (38)	198 (73)	245 (90)	209 (50)	324 (77)	396 (94)
	6h 98 (36)	170 (63)	228 (84)	191 (48)	312 (74)	360 (85)
	24h 114 (42)	144 (53)	174 (64)	248 (59)	293 (70)	331 (78)
A混入	0h 110 (36)	195 (63)	308 (100)	265 (63)	317 (76)	420 (100)
	3h 131 (43)	229 (74)	287 (93)	261 (62)	291 (69)	371 (88)
	6h 131 (43)	180 (58)	271 (88)	273 (65)	292 (70)	349 (83)
	24h 133 (43)	175 (57)	287 (93)	279 (66)	298 (71)	420 (100)
B混入	0h 120 (44)	193 (70)	276 (100)	251 (63)	304 (76)	400 (100)
	3h 131 (48)	194 (70)	266 (96)	269 (67)	303 (76)	356 (89)
	6h 128 (46)	186 (67)	252 (91)	224 (56)	299 (75)	322 (86)
	24h 110 (40)	141 (60)	237 (86)	249 (62)	272 (73)	414 (104)

