

武蔵工業大学 正会員 小玉 克己
 学会員 〇原田 修輔
 “ 北村 政幸

1. まえがき

高炉スラグ水砕を微粉末にし、ポルトランドセメントに混入して用いる事は、高炉セメントの研究として、古くから行なわれている。これは、高炉スラグ水砕の持っている潜在水硬性性を利用しようとするものである。高炉水砕は、高炉セメントの原料として貴重なものであるが、その他にコンクリート用混和材として利用する事も考えられる。現在 市販されている高炉セメントを用いる場合には、スラグの品質及び、その混入量等は限定される事になるが、混和材として用いれば、最も適当と思われる品質のスラグを任意の割合で混入する事が可能となる。従って、構造物に最も適した品質のコンクリートの製造も可能となるのであって、これは言葉を変えて言えば、使用するセメントの品質を構造物に適した品質に改良する事が出来ると言う事であり、またこの様な使用方法が可能であれば、すこぶる経済的であり、有利となる場合も多い。従って、高炉スラグ水砕微粉末（以後単にスラグ微粉末とのべる）を混和材として、コンクリートに利用する為にその微粉末の粉末度・混入量・養生温度が、コンクリートの強度、その他の性質に及ぼす影響を研究する事はきわめて有意義である。

本報告は、このスラグ微粉末を混和材として用いる場合の基礎資料を得る為に、粉末度が二種のスラグ微粉末をそれぞれ混和率を数種に変えた、モルタル・コンクリートにおいて、養生温度を数種に変えて実験し、圧縮強度試験結果をとりまとめたものである。

表-1. 高炉スラグ微粉末の品質

微粉末 スラグ	比重	ブレン 比表面積	化 学 成 分 と 塩 基 度							
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₂	MgO	igloss	塩基度
A	2.92	4130	33.35	15.48	0.63	40.80	<0.1	7.0	0.12	1.90
B	2.83	2500	31.66	16.77	0.36	40.39	<0.1	5.2	0.10	1.97

2. 使用材料及び試験方法

セメントは普通ポルトランドセメント細骨材に川砂 (F.M.2.55, 比重2.59), 粗骨材に碎石 (F.M.6.65, 比重2.61)を用いた。

混和材としては、表-1に示す様なスラグ微粉末A, Bの二種類を使用した。これらを用いて、スランプが 8 ± 1 cmのコンクリート及びフロー値が190 $\pm$ 5のモルタルが得られる様に配合を定めて、それを水

表-2. コンクリート配合表

	W/C+S	S/A	C	Slag	W	Sand	G	Slump	Air
PL-0%	60	41	300	0	180	733	1063	8.5	25
A-22%	60	40	240	60	180	713	1077	8.0	20
A-62%	60	37	130	195	195	647	1110	7.2	1.5
B-22%	60	41	244	61	183	742	1076	8.3	1.7
B-62%	60	43	123	185	185	771	1030	8.0	2.2

表-3. モルタル 配合表

	W/C+S	C	Slag	W	Sand	Air
PL-0%	60	453.0	0	271.8	1363.4	5.8
A-20%	60	374.5	84	275.1	1360.4	5.2
A-40%	60	294.7	176.5	282.6	1319.3	5.4
A-60%	60	204.1	275.1	287.8	1295.3	5.3
A-80%	60	113.6	409.1	313.6	1202.3	4.6
B-20%	60	373.1	86.4	275.7	1378.5	4.4
B-80%	60	96.3	357.2	272.5	1364.0	4.8

したものが表-2, 表-3である。スラグ微粉末の混和率が強度に及ぼす影響を調べる為に、容積比にて混和率をモルタルの場合は、20%~80%とし、コンクリートの場合は、22%~62%と変化させた。また、養生温度の違いが強度に及ぼす影響を調べる為に、養生温度をそれぞれ、 $5 \pm 2^\circ\text{C}$, $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $40 \pm 2^\circ\text{C}$ と変化させて所定の枚数まで水中養生を行った。

尚、供試体寸法は、モルタルは $4 \times 4 \times 16$, コンクリートでは、 $\phi 10 \times 20$ である。

3. 強度について

表-4は表-2に示す様にスラグ微粉末の混和率を22%, 62%と変化させたコンクリートを 5°C ~ 40°C と各温度にて養生した場合の圧縮強度試験結果を示したものである。図-1は表-3に示す様にスラグ微粉末の混和率を20%~80%と変化させたモルタルを 5°C ~ 40°C と各温度にて養生した場合の圧縮強度試験結果を示したものである。

図1より、スラグ微粉末の粉末度及び混和率が強度に及ぼす影響は、概令、養生温度により異なる事を示している。

養生温度が20℃の場合、初期概令においては、スラグ微粉末を混和したものはプレーンモルタルより強度が劣るが、91日の様は長期概令になると粉末度400^{cm²/g}

程度では、混和率80%まで、粉末度2500^{cm²/g}程度では、混和率60%までプレーンモルタルと同等の値を示した。

養生温度が40℃と高い場合、比較的低い温度の場合より、プレーンモルタルは長期強度の伸びは小さいと言われているが、スラグ微粉末を混和した場合、長期強度の伸びは大きい。従って、スラグ微粉末を混和することにより、40℃の様は高い温度の養生が、コンクリートに及ぼす悪影響が緩和される事を示すものである。この場合有効な混和率は、粉末度400^{cm²/g}程度で約80%、粉末度2500^{cm²/g}程度で約60%となった。

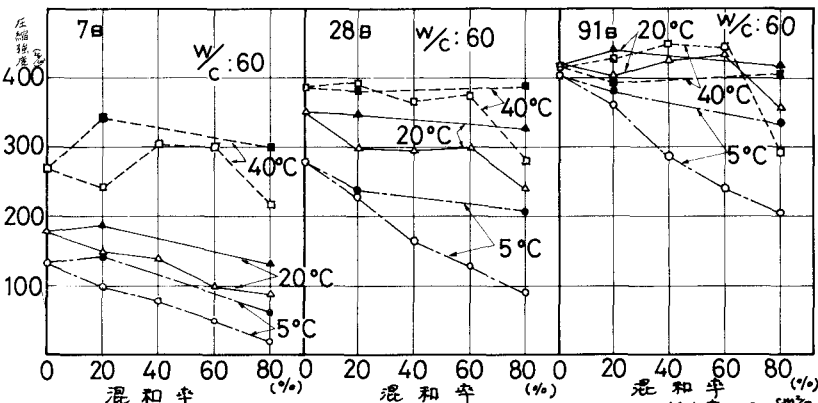


図-1. モルタル強度

養生 日	混和率 %	温度 ℃	強度 MPa		
			5℃	20℃	40℃
7	0	A	123 (100)	154 (100)	202 (100)
		B	108 (88)	134 (87)	187 (93)
	20	A	102 (83)	121 (79)	171 (85)
		B	65 (53)	92 (60)	170 (85)
	60	A	45 (37)	65 (42)	145 (72)
		B	205 (100)	269 (100)	283 (100)
28	0	A	169 (83)	228 (85)	263 (93)
		B	160 (78)	217 (81)	224 (79)
	20	A	120 (59)	216 (80)	256 (90)
		B	92 (45)	165 (61)	193 (68)
	60	A	120 (59)	216 (80)	256 (90)
		B	92 (45)	165 (61)	193 (68)

表-4. コンクリート強度表

5℃の様は養生温度が低い場合には、初期より強度の発現性はおさえられるのであって、スラグ微粉末を混和すると、この傾向は著しくなった。またプレーンモルタルの場合、91日と長期概令になると20℃の場合と同等の値を示すが、スラグ微粉末を混和材として用いた場合強度は低い。しかしこの様な傾向は、混和材として減少させたセメント量より、余分にスラグ微粉末を混和させる事によって改善されると思われる。

以上の事を通覧すると、ここで用いたスラグ微粉末の内、粉末度が2500^{cm²/g}程度の物は混和材としては大きすぎる様に思われるが、これを用いて実験した結果、用いはいものより強度が強くなる場合があり、利用できると思われる。また、この事より場合によっては、粉末度3000~3500^{cm²/g}程度であっても、十分に実用可能であろうと推測され、粉末度が大きいものでも、概令91日を基にすれば、経済的に利用できる範囲は以外と広い様である。

従って、このスラグ微粉末は、断面寸法が大きく、養生状態が良く、長期における強度が重要な構造物特に、マスコンクリート等に用いられれば有効と考えられる。

4. おわりに

以上の結果より、スラグ微粉末を混和材として用いた場合、養生温度、混和率等により強度が様々に変化する事が明らかにされたのであって、実験の範囲内において次の様な事が言えると思われる。

土木構造物に用いるコンクリートの養生温度は、断面寸法、単位セメント量、季節等により、大きく変化するのである。従って、スラグ微粉末を高炉スラグセメントとして用いる場合、混和率や粉末度等が限られているので、無駄があるのに対して、混和材として用いられれば養生温度により自由に混和率や粉末度等を変化させて、その構造物に適したコンクリートが得られ最も合理的な使用方法である。すなわち、スラグ微粉末を混和材として用いる場合、暑中コンクリート及び断面寸法が大きく、養生状態の良いコンクリート、例えば、ダムコンクリートやその他のマスコンクリート等に用いられればきわめて有意義となる。