

1 まえがき

高炉スラグ骨材の利用については、最近活発に研究が行われている。これらの大部分が粗骨材に利用されているものである。徐冷高炉スラグ骨材の細骨材として使用する研究も始められている。一方高炉水滓は高炉セメントの原料でもあって細骨材として使用した例はほとんどない。枯渇しつつある天然細骨材の不足を補うためと余剰資源の活用と相俟って有意義であると考えられる。高炉水滓の研究はすでに始められているが製造方法、処理方法その他によって著しく品質が異なるのは当然であるので前記の要望を充たすためには一層の調査、研究が必要とされる。

本報告は高炉水滓のコンクリート用細骨材としての可能性について基礎的試料を得るため一連の実験を行い一部を取りまとめたものである。

本実験について國分正胤教授に多大の御指導を賜わり、ここに厚く御礼申し上げる。

2 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は富士川産の川砂、高炉水滓(A)、(B)の三種類、粗骨材は富士川産の川砂利で最大寸法25mmのものを

表-1 骨材の物理的性質

	表 面 積 量 (m^2)	吸 水 量 (%)	単 位 容 積 (kg/m^3)	実 積 率 (%)	洗 濾 率 (%)	粒 度						F.M.
						5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
川 砂	2.58	3.0	1.73	68.9	2.6	0	16.5	30.7	58.6	79.8	97.6	2.83
水滓A	2.58	5.6	1.42	58.2	1.9	0.1	3.5	21.6	66.7	90.9	98.1	2.81
水滓B	1.91	14.0	0.793	47.4	2.1	0.6	16.6	67.5	92.5	97.5	99.2	3.74
川砂利	2.66	1.1	1.78	67.0	0.93	25	20	15	10	5		6.85
						0	14.7	31.0	80.0	100.0		

使用した。各骨材の物理的性質を示したものが表-1である。高炉水滓(A)は、硬質水滓と思われるもので比重、吸水量は川砂と比較して大差はないが、粒形が角ばっているため実積率が小さい。高炉水滓(B)は、セメントの原料に使用されているものであるため、比重が小さく、吸水量も大きく、粒度分布も良くないものであるがセメントの原料そのままのものが細骨材として使用出来れば経済的であることから使用の可能について検討するため使用した。

3. モルタルの強度

% = 50%、フロー値190におけるモルタルの単位水量は、川砂モルタルに比較して高炉水滓(A)モルタルは8%増加となる。これは高炉水滓が川砂に較べて粒形が角ばっているため実積率が小さいことによるものである。高炉水滓(B)モルタルは、粒度の影響もあるので単位水量は16%の増加となる。

フロー値190±5における川砂モルタルに対する高炉水滓モルタルの各強度比を示したものが表-2である。

また各モルタルの曲げ強度比と材令との関係を図に示したものが図-1である。表-2より材令28日の曲げ強度は、川砂モルタルに対し、高炉水滓(A)モルタルは88%、圧縮強度は85%、引張強度は94%となっている。

高炉水滓(A)モルタルは各強度とも川砂モルタルに比較して小さいが、80%以上の強度を示している。また圧縮強度比に較べて曲げ強度比、引張強度比が大きい値を示している。

高炉水滓(B)モルタルは、各強度とも川砂モルタルに比較して50%程度の強度となっている。

図-1より材令7日から材令28日までの曲げ強度の増加は、川砂モルタルが23%であるのに対し、高炉水滓(A)モルタルは、37~52%、材令28日から

	材 令	川砂モルタル		高炉水滓A モルタル		高炉水滓B モルタル	
		%-50	%-60	%-50	%-60	%-50	%-60
曲 げ 強 度	3日	100	100	86	77	60	42
	7	"	"	72	79	56	44
	28	"	"	89	88	65	48
	91	"	"	91	89	67	67
圧 縮 強 度	3日	"	"	77	74	38	29
	7	"	"	78	82	49	34
	28	"	"	84	87	50	48
	91	"	"	89	93	54	49
引張強度	"	"	"	95	93	46	50

表-2 モルタルの強度比

材令91日までの増加では、川砂モルタルが6~10%であるのに
 対し10~15%を示している。高炉水滓(A)モルタルの曲げ強度
 は、短期材令における強度は小さいが高炉水滓のもつ潜在水
 硬性によって長期材令における強度の増加が大きいことを示
 すものである。高炉水滓(B)モルタルにおいても潜在水硬性の
 あることが認められる。

4. コンクリートのワーカビリティ

粗骨材として川砂利を用い、細骨材に川砂、高炉水滓(A)(B)
 を用いたコンクリートについて、各細骨材率に対してスランプ
 8cmをうるための単位水量を求めたものが表-3である。表-3より同一ワーカビ
 リティをうるための細骨材率、単位水量について検討した結果川砂利コンクリ
 ートは細骨材率を37%、単位水量を $w/c=50\%$ の場合159^{kg}、 $w/c=60\%$ の場合166^{kg}、
 あるのに対し、高炉水滓(A)コンクリートは細骨材率を40%、単位水量を $w/c=50\%$
 の場合188^{kg}、 $w/c=60\%$ の場合193^{kg}となる。すなわち高炉水滓(A)コンクリートで同
 ワーカビリティを得るためには、川砂コンクリートに比較して単位水量で27~
 29%、細骨材率で3%程度大きくしてはならない。
 高炉水滓(B)コンクリートは粒度が適当でなく、実積率も小さいので細骨材率
 に対する単位水量の変動も大きく均一なコンクリートが得られにくい。

5. コンクリートの強度

コンクリートの配合をワーカビリティの試験結果より細骨材率を川砂コン
 クリート37%、高炉水滓コンクリートを40%としたコンクリートについて
 各材令の強度比を示したものが表-4である。表4には、圧縮強度比では
 高炉水滓(A)コンクリートは各材令とも川砂コンクリートに較べて小さいが
 その値は80%以上を示し、曲げ強度比では、高炉水滓(A)コンクリートは各
 材令とも川砂コンクリートに較べて大きい値を示している。これは高炉水滓
 の表面組織が川砂に較べて粗しうであるため曲げ強度に好結果をもたらし
 たものと考えられる。引張強度比では、高炉水滓(A)コンクリートは川砂コン
 クリートに較べて90%以上を示し圧縮強度比より大きい値となっている。
 高炉水滓(B)コンクリートは各強度とも各材令において川砂コンクリートに較
 べ80%以下の強度を示している。高炉水滓(B)は、空隙が大きく、骨材の強度
 も弱く強度を大きくすることが出来ない。

図-2は材令による曲げ強度の増加を示したものであって川砂コンクリート
 に較べて潜在水硬性がある高炉水滓コンクリートの方が増加が大きいことを
 示している。

6. おわりに

高炉水滓を細骨材として使用したモルタル、コンクリートについて川砂モルタル、コンクリートと比較した結
 果、高炉水滓の品質によって大差はあるが、相当な注意のもとに製造された硬質水滓は十分に利用できる。しか
 し高炉セメントの原料としての高炉水滓は潜在水硬性はすぐれているが、空隙が大きく、粒度も適当でなく、強
 度が弱いので細骨材として適していないことが認められた。これは粉碎してコンクリート用混和材として使用す
 るのが有利である。

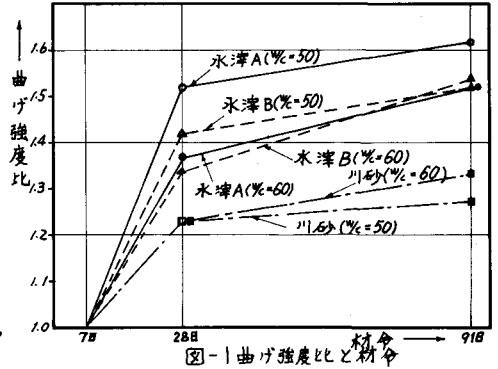


図-1 曲げ強度比と材令

材令	w/c	細骨材率 % (a)				
		33	37	40	43	47
川砂コンクリート	50	158	159	162	165	171
	60	163	166	168	171	174
水滓Aコンクリート	50	180	182	188	193	194
	60	182	183	193	198	203
水滓Bコンクリート	50	149	162	172	184	185
	60	168	180	191	203	203

表-3 各細骨材率に対する単位水量(スランプ8cm)

材令	w/c	川砂コンクリート			水滓Aコンクリート			水滓Bコンクリート		
		37	40	43	37	40	43	37	40	43
圧縮強度比	7d	100	100	84	94	39	45			
	28			91	90	55	56			
	56			83	95	51	59			
	7			101	112	50	60			
	28			112	101	62	68			
曲げ強度比	7d			120	120	78	85			
	28			73	96	41	55			
	56			91	102	55	46			
引張強度比	7d			92	97	77	69			
	28									
	56									

表-4 コンクリートの強度比

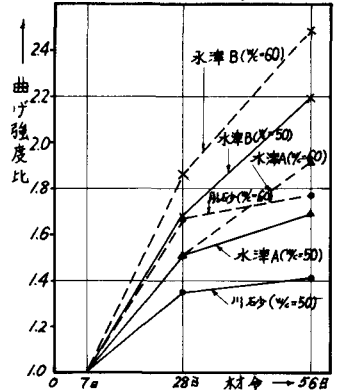


図-2 曲げ強度比と材令