

V-5

コンクリート用骨材としての高炉スラグ

大分工業高等専門学校 正員 〇 山 巖

泰 敏 和

1. まがき

製鉄副産物である高炉スラグ(細粗骨材)は、JIS化されコンクリート用骨材として供されるに至った。本報は粗骨材として高炉スラグ碎石と、細骨材として高炉スラグ細骨材(風砕砂、水砕砂)を使用したコンクリートと、高炉スラグ碎石と海砂を使用したコンクリート、および石灰石碎石と海砂を使用したコンクリートについて強度を主に比較検討し、高炉スラグ細・粗骨材の利用法について考察したもので、その概要を報告する。

2. 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメント(比重3.16 三菱)、細骨材は、高炉スラグ細骨材である風砕砂(新日鐵堺製鐵所製)と水砕砂(新日鐵大分製鐵所製)、海砂(四国沖産)の3種類、粗骨材は高炉スラグ碎石(新日鐵大分製鐵所製)と石灰石(大分県津久見産)の2種類を使用した。物理的性質は表1に示すとおりである。なお、混和剤として、フライアッシュ(比重2.25 徳山曹達製)を使用した。

表-1 骨材の物理的性質

種 類		最大寸法 (mm)	表乾比重	吸水率 (%)	粗粒率	単位容重 (kg/m ³)	実積率 (%)
細骨材	風 砕 砂	5	2.87	1.03	4.02	1910	66.6
	水 砕 砂	5	2.35	1.20	3.50	1034	44.0
	海 砂	5	2.50	2.68	3.16	1339	55.7
粗骨材	高炉スラグ砕石	20	2.30※	4.20	6.72	1316	57.3
	石 灰 石	20	2.68	0.66	6.89	1662	62.0

※=絶乾比重

3. 配合及び供試体作成方法

コンクリートの配合決定にあたっては、

①細骨材に対するフライアッシュの混入率及び②細骨材と粗骨材の混合比(細骨材混合率)と実積率との関係を求め最大実積率を与えるフライアッシュ混入率及び細骨材混合率を求めた。

1). フライアッシュ混入率の決定

各細骨材にフライアッシュを5, 10, 15, 20, 及び30%(容積比)で混入し実積率を求めた。その結果は図-1のとおりである。最大実積率が得られる最適なフライアッシュ混入率は、風砕砂、水砕砂の場合で15%、海砂の場合は10%となった。

2). 細骨材と粗骨材の混合比の決定

1)で求めた最適混入率で、フライアッシュを混入した細骨材と粗骨材の混合率を30, 35, 40, 45, 及び50%(容積比)とした混合骨材について、実積率を求めると図-2のようになる。最大の実積率を与える最適な細骨材混合率は、顕著には認められなかった。即ち、実積率は、高炉スラグ碎石+水砕砂+F(フライアッシュ)は、35%より細骨材の混合率が増加すると急激に実積率が悪くなるが、他は、30~50%の範囲においては細骨材混合率が増加しても変化は少い。

3). コンクリートの配合

以上の実験結果より、細骨材に対するフライアッシュ混入率は風砕砂及び水砕砂の場合は15%、海砂の場合は10%、細骨材混合率、即ち細骨材率は45%とした。なお、セメント量一定、及びスランパー一定の条件で表-2の配合とした。

4). 供試体の作成と養生方法

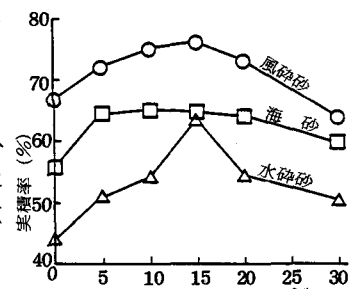


図-1 フライアッシュ混入率と実積率の関係

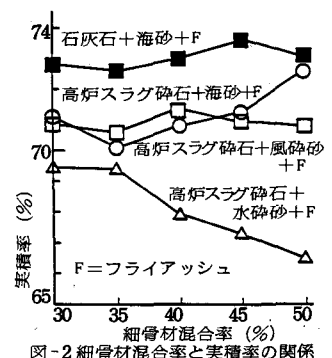


図-2 細骨材混合率と実積率の関係

コンクリートの混練りは、山中式強制ミキサーを使用した。スランパ試験後、 $\phi 10 \times 20$ cmの鋼製型枠に打設した。脱型後は試験材令日まで標準養生した。

4. 実験結果

1). 同一スランパを得るための単位水量について

フライアッシュがワーカビリティに及ぼす影響は図-3に示すとおりである。

高炉スラグ砕石コンクリート（以下スラグコンクリートという）に於て海

砂及び風砕砂使用の場合、フライアッシュを混入すると同一スランパを得るための単位水量は、4～5%増加するが、水砕砂の場合には、約10%減水できた。水砕砂の場合粒形は一見針状を呈し、ワーカビリティを悪くするが、これにフライアッシュを混入することにより、フライアッシュが潤滑的作用をなしワーカビリティを改善するものと考えられる。風砕砂の場合は、粒形が球状のため顕著に単位水量が少なくなったものと考えられる。

2) 圧縮強度

材令7日及び28日の強度を表-3に、材令28日の強度比較を図-4に示す。スラグコンクリートで、海砂及び風砕砂を用いた場合は、石灰石コンクリートの場合と同等もしくは、それ以上の値が得られるが、水砕砂の場合はフライアッシュを混入しないと45%、混入しても85%程度の強度しか得られず、水砕砂の使用についてはさらに検討すべきであろう。

次に、圧縮強度に対するフライアッシュの効果について検討してみると、図-5のように、フライアッシュを混入することにより強度は増大する。増加率は、海砂の場合22%、風砕砂の場合12%、特に粒形の悪い水砕砂の場合は87%の増進をきたし顕著である。

また、スラグコンクリートは、フライアッシュ混入のいかんにかかわらず図-6のように材令28日まででは、石灰石コンクリート（石灰石+海砂）とほぼ同様の強度の伸び傾向を示す。

5. あとがき 粗骨材として高炉スラグ砕石、細骨材として風砕砂を使用することはワーカビリティ及び圧縮強度の面から問題ないように考えられる。また、フライアッシュの混入は若干単位水量の増加をきたすが、強度の増大に寄与し、有効と考えられる水砕砂については更に減水剤の使用含め検討すべきである。

表-2 コンクリートの配合

使用材料			粗骨材最大寸法 (mm)	slump (cm)	A (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
粗骨材	細骨材	混和材						W	C	S	G	F	
高炉スラグ砕石	風砕砂	—	20	5.5±0.5	2	44	45	123	280	995	1016	—	
		F	—	—	—	46	—	129	—	839	1004	117	
	水砕砂	—	—	—	—	59	—	164	—	772	961	—	
		F	—	—	—	53	—	148	—	675	982	109	
	海砂	—	—	—	—	53	—	147	—	840	984	—	
		F	—	—	—	55	—	153	—	751	976	75	
石灰石	海砂	—	—	—	—	58	—	162	—	843	1103	—	

F=フライアッシュ

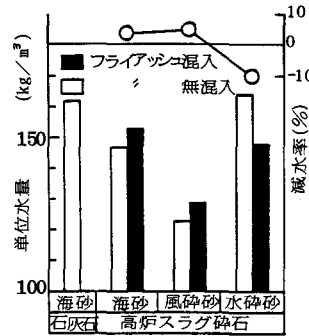


図-3 同一スランパを得る単位水量

表-3 圧縮強度の測定結果

粗骨材 細骨材 混和材			圧縮強度 (kg/cm ²)	
			7日	28日
高炉スラグ砕石	海砂	—	105	204
		F	135	250
	風砕砂	—	155	238
		F	203	268
	水砕砂	—	61	96
		F	107	180
石灰石	海砂	—	128	213

F=フライアッシュ

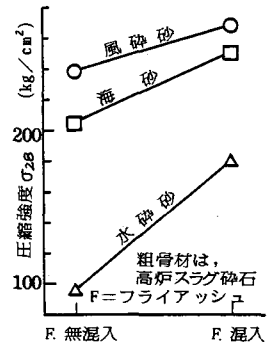


図-5 フライアッシュが圧縮強度に及ぼす影響

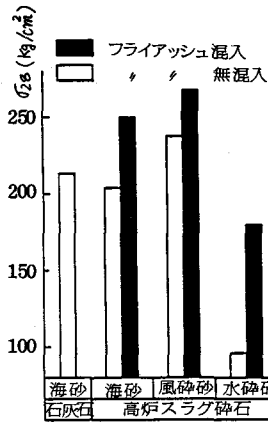


図-4 材令28日の圧縮強度

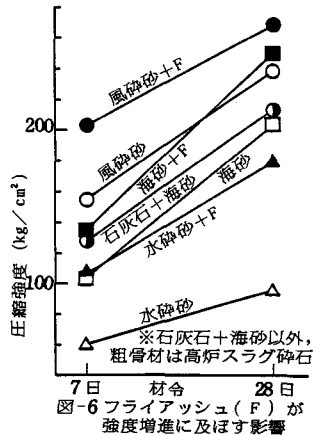


図-6 フライアッシュ(F)が強度増進に及ぼす影響