

日本大学 正真 塚 教

竹内十三男

河合 礼彦

1. 実験概要

コンクリートに用いられる鉱物質の微粉末は、種類、用途が多く、コンクリート構造物に数多く利用されている。本実験に於ては、鉱物質の一部である高炉スラグを用いることにより、コンクリートのウオーカビリチー強度、凍結融解に対する耐久性等にはどの様な影響をおよぼすかと実験によって調べ様とするものである。

高炉スラグにも潜在水硬性を有しセメントペースト中で化学的活性の著しいとされている急冷スラグとセメントペースト中でほとんど化学的活性を起さないと考えられている除冷スラグでも骨材の品質が適当でない場合に骨材の一部として用いることが有効であるか否か、これらの実験を行う為に、高炉スラグとセメントの一部として置換する方法と、単位細骨材の一部として置換して利用する2種類に分けて行った。

前者の場合は、比較検討する意味で基本の配合を2種類に、高炉スラグの種類、粒度、混入量を変化させ、種類は、急冷スラグと除冷スラグ、粒度はグリーン比表面積で 3500, 5000 $\frac{cm^2}{g}$ 混入量は、5, 10% に分けた。

後者の場合は、基本のコンクリートの配合、スラグの種類は、前者と同様で行ない、粒度は 2000, 1000 $\frac{cm^2}{g}$ 0.3 μ 以下、0.12 μ 以下の4種を用い、その混入量は、10, 20%の2種類で行った。

高炉スラグは、製鉄所の高炉作業に於て溶解時に鉄鉱石の不純物を除くため、石灰石を加え、これを高温に加熱溶解した時の高炉上部に鉄鉱石の不純成分として含まれるところの SiO_2 , Al_2O_3 などを主成分とする物質であり、溶解炉より排出後、直ちに水で冷却した急冷スラグと、空气中で放置したままの除冷スラグと粉砕して使用した。

2. 使用材料

試験に用いた高炉スラグは、急冷、除冷スラグとした。その品質は、破砕骨材中に含まれる化学成分や破砕方法によって著しく異ってくるが、本実験に於てはその様な事項を考慮して、一定のボールミルにて粉砕を行った。又粉砕に要する時間と粉砕量は、粒度により大きな変動があり、

高炉スラグの粉砕時間と量の関係は表-1に示す通りである。

高炉スラグの粒度は、実験概要で示した通りであり、その物理的性質は、表-2に示す通りである。

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材として

は、一般の川砂で栃木県の鬼怒川産のものを使用し、本実験に於ては、一定の細骨材を使用することが出来た。

高炉スラグの種類	高炉スラグの粒度	粉砕時間 (分)
急冷	2000 $\frac{cm^2}{g}$	90
急冷	1000 $\frac{cm^2}{g}$	50
急冷	0.3 μ	40
急冷	0.12 μ	5

表-1 粉砕時間と量

スラグの種類	スラグの粒度	注	スラグの種類	スラグの粒度	注
急冷	2000 $\frac{cm^2}{g}$	2.84	除冷	2000 $\frac{cm^2}{g}$	2.84
急冷	1000 $\frac{cm^2}{g}$	2.84	除冷	1000 $\frac{cm^2}{g}$	2.84
急冷	0.3 μ	2.80	除冷	0.3 μ	2.80
急冷	0.12 μ	2.80	除冷	0.12 μ	2.80

表-2 高炉スラグの物理的性質

3. コンクリートの配合

コンクリートの配合は、前者と後者に別れ、セメントの一部として置換えた配合表は、表-3に示す通りで、単位細骨材の一部として置換えたものは、表-4に示す通りである。

基本のコンクリートのウオーカビリチーと、高炉スラグの混入によるウオーカビリチーをほぼ一定にすることを心がけた。スランプは、7±1 cmとした。

4. 高炉スラグがコンクリートのウォーカビリティーに及ぼす影響。

セメントの一部として置換した場合

a). 高炉スラグが、セメントのコンシステンシーに及ぼす粉末単位量によって著しく変化する。

b). 高炉スラグをコンクリートに用いるとベート部分のコンシステンシーが変化し、これによってコンクリートのウォーカビリティーが変化する。主に以上述べた様な事が、高炉スラグがコンクリートのウォーカビリティーに及ぼす影響と考えられる。そこで本実験から次の様なことが判明した。

高炉スラグの粒度が 2000 μ g ほどほとんど NET の配合と

ウォーカビリティーは変わらないが、粒度が粗である 0.3mm 以下、1.2mm 以下に於ては、同一のスランプで単位セメント量を減らしても、ウォーカビリティーは変化しなかった。又急冷スラグよりも除冷スラグの場合には、その傾向が大である。この様な事は急冷スラグの化学的性質がたぶんに影響を及ぼしているのではないかと思われる。高炉スラグの種類が同じでも、粒度が異ると、コンクリートのウォーカビリティーも違う。これは、スラグの表面状態や、スラグの粒度の差によるウォーカビリティーの相違が支配的であることを示している。

細骨材として高炉スラグを利用した場合

ほぼ同一のウォーカビリティーの範囲内では、単位水量の減少がみられた。その理由として、粉碎した高炉スラグの粒子が比較的平滑である為である。また、ブレーン比表面積が、3500、5000 cm^2/gr では、多少比表面積が大きいほど、単位水量は減少しない。除冷と急冷スラグの違いは、急冷スラグの方が多少活性の関係で、単位水量の減少がみられる。

5. 強度

コンクリートの強度特性については、高炉スラグを単位セメント量の一部として置換えた場合には、20%の混入量より50%の混入量の方が強度はやゝ低下するが、20%の範囲内に於ては、そのかぎりではない。

また、検査が7日以後の圧縮強度の増加は、基本の強度よりも幾分小さいが、長期検査になると、基本となるコンクリートの強度よりも多少大きく現われて来た。

又、単位細骨材の一部として置換えた場合の強度は、スラグの粒度、種類、混入量によって変化が生ずる。尚、その他強度特性の詳細、凍結融解実験に対する耐久性等については、当日発表する。

スラグの種類	スラグ粒度 (cm^2/g)	混入量 (%)	セメント量 (kg/m^3)	W/c (%)	S/a (%)	スランプ (cm)
—	NET	—	350	45	38	7.6
急冷	2000	10	350	45	37	7.3
急冷	0.3	10	340	45	36	7.1
急冷	1.2	10	340	45	36	7.9
除冷	2000	10	340	45	36	8.0
除冷	0.3	10	335	45	36	7.0
除冷	1.2	10	335	45	36	7.9

スラグの種類	スラグ粒度 (cm^2/g)	混入量 (%)	セメント量 (kg/m^3)	W/c (%)	S/a (%)	スランプ (cm)
—	NET	—	286	55	36	7.0
急冷	2000	10	278	55	36	7.2
急冷	0.3	10	278	55	36	7.5
急冷	1.2	10	278	55	36	7.1
除冷	2000	10	278	55	36	8.2
除冷	0.3	10	270	55	36	8.0
除冷	1.2	10	270	55	36	8.3

表-3 単位セメント量の一部として高炉スラグを置換した場合

スラグの種類	スラグ粒度 (cm^2/g)	混入量 (%)	セメント量 (kg/m^3)	W/c (%)	S/a (%)	スランプ (cm)
—	NET	—	350	45	38	7.6
急冷	3500	20	272	45	36	7.7
急冷	5000	20	272	45	36	6.3
急冷	3500	50	272	45	36	7.7
急冷	5000	50	272	45	36	6.1
除冷	3500	20	272	45	36	8.2
除冷	5000	20	272	45	36	7.0
除冷	3500	50	272	45	36	8.0
除冷	5000	50	272	45	36	8.1

スラグの種類	スラグ粒度 (cm^2/g)	混入量 (%)	セメント量 (kg/m^3)	W/c (%)	S/a (%)	スランプ (cm)
—	NET	—	286	55	36	6.7
急冷	3500	20	223	55	33	7.8
急冷	5000	20	223	55	33	7.3
急冷	3500	50	223	55	33	7.7
急冷	5000	50	223	55	33	7.0
除冷	3500	20	223	55	33	8.3
除冷	5000	20	223	55	33	8.0
除冷	3500	50	223	55	33	8.1
除冷	5000	50	223	55	33	8.0

表-4 単位細骨材量の一部として高炉スラグを置換した場合