

鹿児島建設技術研究所

正員 小谷 一三

〃 正員 〇 檜原 健

〃 平田 重信

I まえがき

高炉水滓は、高炉セメントの材料として利用されているが、わが国の高炉セメントの水滓混入率は、最大70%に限定されており、また高炉セメントの生産量も全セメント量の4~5%で欧州諸国に比べてセメント材料としての水滓の利用程度は低いようである。本研究は、水滓をコンクリート材料として利用する一つの方法として、水滓を在来の高炉セメントより低い粉末度、高い混入率で利用することにより、水滓の用途の拡大および水滓を用いた新しい施工法の可能性を追求するものである。今回は、その第一段階として低粉末度水滓を多量に混合したセメント(以下水滓セメントと呼ぶ)モルタルの性質について実験を行なったので、その結果を報告する。

II 実験概要

水滓セメントは、粉砕した水滓、普通ポルトランドセメントおよび刺激剤からなるもので、その性質は、水滓のガラス度、化学成分、普通ポルトランドセメントの化学成分、水滓の粉末度、混入率など種々の要因による影響を受けるであろうが、ここでは、水滓の粉末度、混入率を中心として、刺激剤の種類、水滓の粉砕方式および養生条件の影響について検討した。試験項目、水滓セメントの種類、使用材料は、つぎに示すとおりである。

試験項目; セメントの物理性状として、凝結、安定性(JISR 5201)、水和熱(JISR 5203)の各試験、モルタルの性状として、強度およびフロー(JISR 5201)、保水性、ブリージングおよび表面劣化性状

水滓セメントの種類; 水滓の粉末度(以下数値は、ブレン比表面積を示す)は、2000, 2500, 3000 cm^2/g を中心にして1000~5000 cm^2/g とし、水滓の混入率は70, 80, 90%を中心にして50~90%とした。水滓セメントの材料混合割合は、表-1に示すとおりである。

使用材料

水滓; 新日本製鉄化学工業(株)製、水滓の粉砕は、小型ボールミル($\phi 35 \times 35 \text{ cm}$, 60 t.R.M.)を用い、乾式および湿式の2つの方法で行なった。

普通ポルトランドセメント: 日本セメント(株)製

刺激剤: 日産化学(株)製一級試薬、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (添加量は CaCl_2 に換算、および NaCl)

細骨材: 豊浦産標準砂

水滓 混入率の呼称	水滓 混入率の呼称	普通ポルト ランドセメント (%)	水 滓 (%)	刺激剤 (%)
水滓混入率50%	水滓混入率50%	50	48.5	1.5
〃 60%	〃 60%	40	58.5	1.5
〃 70%	〃 70%	30	68.5	1.5
〃 80%	〃 80%	20	78.5	1.5
〃 90%	〃 90%	10	88.5	1.5

III. 実験結果および考察

a) 凝結および安定性 凝結時間は、水滓混入率が高くなるにつれて長くなる傾向を示し、水滓粉末度3000 cm^2/g では、水滓混入率が90%になると始発終結とも70%の2倍程度になった。しかし、水滓粉末度の変化に対しては、凝結時間は顕著な変化を示さず、たとえば 水滓混入率80%の場合、水滓粉末度2000 cm^2/g で始発1'-29' 終結3'-43', 5000 cm^2/g でも始発2'-01', 終結3'-33'となり、水滓粉末度の低い2000 cm^2/g の始発時間が水滓粉末度 5000 cm^2/g より短い結果を示した。標準軟度水量は、水滓の混入率、粉末度が高くなるにつれて少くなる傾向を示した。刺激剤については、 CaCl_2 が NaCl より凝結時間を短くするようである。安定性は、浸水方法により行なった結果、すべて良と判定された。

b) 水和熱 水滓セメントの水和熱は、水滓混入率80%における水滓粉末度2000~4000 cm^2/g では、水滓粉末度

の低下に伴ってほぼ直線的に低下し、また水滓粉末度 3000 cm^2/g における水滓混入率 70~90% では、水滓混入率の増加に伴ってほぼ直線的に低下した。水滓セメントの水和熱は、秋令 7 日で 31.6 ~ 59.2 cal/g 、秋令 28 日で 42.2 ~ 66.2 cal/g であった。

c) フロー フロー値は、水滓粉末度の低下に伴って減少の度合が大きくなり、水滓粉末度 2000 cm^2/g から 1000 cm^2/g の間での減少がとくに大きい。水滓粉末度 1000 cm^2/g 下は練り上がり性状がバサバサで流動性がほとんどなかったが水滓粉末度 2000 cm^2/g 以上では、通常のセメントと同等以上のコンシステンシーが得られた。水滓混入率が大きくなるほど、水滓粉末度のフロー値に及ぼす影響は顕著になると考えられるが、水滓粉末度 2000 cm^2/g 以上では、水滓混入率 70~90% の間のフロー値にそれほど大きい差は見られなかった。

d). グリージングおよび保水性 水滓セメントモルタルのグリージングおよび保水性試験結果の一例を図-1 に示した。グリージングは、ほとんどの水滓セメントの場合、試験開始後 2 時間で最大に達した。保水性は、50 mmHg で吸引し、試験開始後 60 秒の値で示した。水滓粉末度の低下に伴って、モルタルのフロー値が減少するにも拘らず、保水性は、減少し、グリージングは増加する傾向を示した。

e) 強度 水滓セメントモルタルの強度試験結果の一例は図-2 に示すとおりである。水滓の粉砕方式により圧縮強度を比較すると、湿式粉砕の場合の強度が若干小さくなっている。これは、粉砕方式の相違により粒度分布が異なるほか、湿式の場合、水滓が粉砕中、貯蔵中に一部水和反応を起こし、その影響が現われたことなどが考えられる。刺激剤 CaCl_2 と NaCl を比較した場合、秋令 9 日の強度は、 CaCl_2 が NaCl よりかなり大きい。初期秋令では両者の差は小さい。モルタル供試体を真空中に放置(秋令 7 日)

すると、標準養生のものより脆度係数がかなり大きくなり、表面部分の健全な強度発現が期待できないようである。また、中性化は、乾燥を受けると進行し、水滓粉末度の低いものほど、混入率の高いものほど顕著であった。

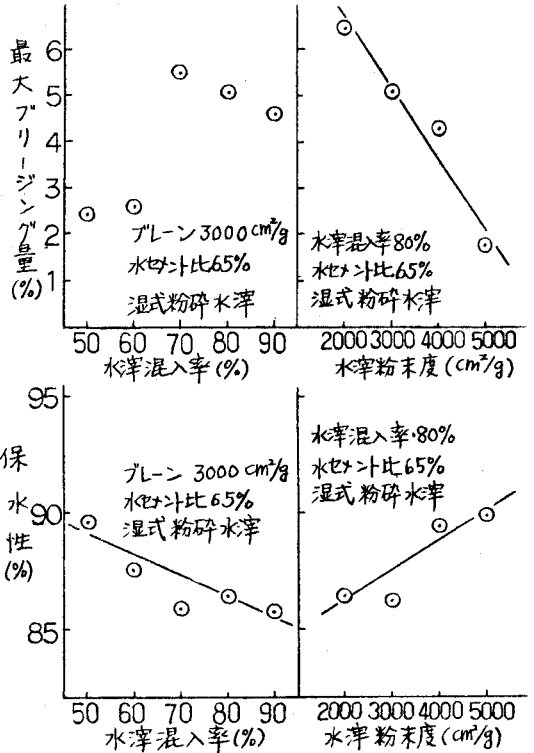


図-1 水滓セメントモルタルのグリージング、保水性試験結果

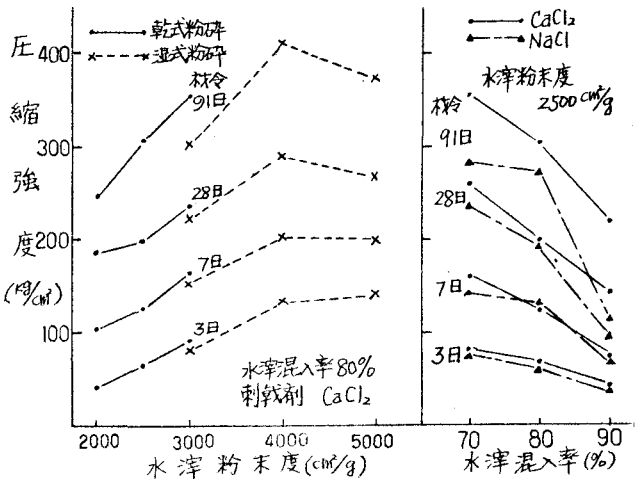


図-2 圧縮強度に及ぼす水滓粉末度、水滓混入率の影響

IV あとがき

水滓セメントの強度と水滓粉末度および強度と水滓混入率の関係は、高炉セメントの延長として類推することができると思われるが、まだ固まらない状態の性質は、水滓粉末度の変化によって従来のセメントに見られない様相を呈する場合があるので、これらの点についてコンクリートを対象とした実験により検討する必要がある。

1). 赤坂雄三：注入モルタルの保水性試験方法、セメントコンクリート、No196, June, 1963, PP21.