

有害物を混入したモルタルに無機硬化剤が及ぼす影響

九州大学大学院	学生会員	岸田政彦
九州大学工学部	フェロー	松下博通
九州大学工学部	非会員	古賀源象
九州大学工学部	学生会員	井浦裕幸

1. はじめに

セメントの凝結を阻害し、コンクリートの強度を低下させる有害物が存在することはよく知られているが、そのような有害物を含む廃棄物はセメントを使用することによる固化処理が難しい。そこで、無機硬化剤を用いることによる有害物を含む廃棄物のセメント固化処理が期待されている。本研究では、無機硬化剤の効果により硬化阻害が抑制されるかどうかを凝結時間と強度から検討し、無機硬化剤の特性を把握する。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

硬化剤としては無機硬化剤を用い、有害物としてはフミン酸とタンニン酸を用いた。無機硬化剤の化学成分分析結果を表-1に示す。表より、無機硬化剤には塩化物イオンが多く含まれていることより、無機硬化剤と比較するために塩化カルシウムも使用した。セメントは普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm³)、細骨材は豊浦標準砂(比重: 2.64)を使用した。

2. 2 配合、養生条件および材齢

凝結試験の基準の配合は、JIS R 5201-1992「セメントの凝結試験方法」標準軟度のセメントペーストに準じて、強度試験の基準の配合は、JIS R 5201-1992「セメントの強さ試験」モルタルの配合、W/C=65%、S/C=2.0に準じている。本研究の配合要因を表-3に示す。無機硬化剤の混入については全体容積に対して0、3、6、9%を水に内割りで置換する。塩化カルシウムの混入量については、無機硬化剤と同量のCl⁻量となるように計算し、水に溶かして混入した。フミン酸とタンニン酸はセメント重量に対して計算し水に溶かして混入したが、フミン酸に関しては、水に溶けないためセメント重量の1.0%より小さい混入量となっている。

無機硬化剤を混入した供試体を水中に浸漬した浸漬水の塩分量試験結果を表-2に示す。表より、無機硬化剤を混入した供試体を浸漬した浸漬水の塩分量が多くなっていること

表-1 化学成分分析結果

項目	測定値 (mg/l)
Na	28200
K	47700
Li	386
Ba	10500
Co	3240
Ca	3040
Mg	1270
Mn	2110
Sr	2240
Cl ⁻	108000
Br ⁻	5490

表-2 浸漬水分析結果

浸漬した供試体の種類	浸漬水量 (g)	NaCl濃度 (%)
なし	2500	0.004
ブレーン	2450	0.004
無機硬化剤	2550	0.015
塩化カルシウム	2510	0.015

が分かり、硬化剤が溶出していることが分かった。そこで養生条件としては、打設後24時間で脱型し、試験材齢まで水中養生と気中養生(室温: 20℃、湿度 60%)の2種類で養生を行った。試験材齢は1、3、7、28、56、91日で曲げ強度、圧縮強度を測定した。

3. 試験結果および考察

3. 1 凝結試験

凝結試験結果を表-3に示す。通常のセメントペーストと比較すると分かるように無機硬化剤を使用することにより凝結時間が短くなることが分かった。また、無機硬化剤の混入率を変化させた場合でも、混入率を大きくすると凝結時間が短くなった。次にタンニン酸の混入率を変化させて凝結時間の変化を見た場合、始発に注目すると0.25、0.5%と混入率が大きくなるに従い遅くなっているものの1.0%では、著しく早くなった。これは異常凝結であり、表面に透明の膜のようなものが張るのが原因となった。この膜は、ある程度弾力があるもののなかなか固くならなかった。この膜に関してはまだ解明できていない。タンニン酸を含むセメントペーストに無機硬化剤を混入した場合は、やはり硬化剤の混入率が大きくなると凝結時間が短く

なった。

また、タンニン酸を 1.0% 混入させた場合の異常凝結に対して無機硬化剤を混入すると正常な凝結に戻っていると考えられる。フミン酸を含むセメントペーストに無機硬化剤を混入した場合は、硬化剤の混入により凝結時間が短くなった。しかし、硬化剤の混入率を変化させてもあまり違いは見られなかった。以上のことより、無機硬化剤の混入率に関しては、6 %と 9 %で顕著な違いがなかったため 6 %の使用が限度であると考えられる。

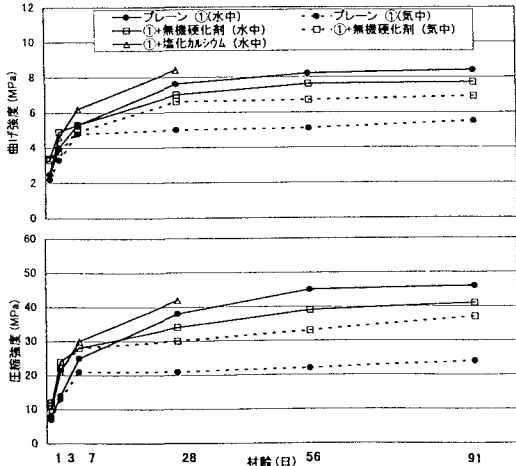
タンニン酸を含むセメントペーストに無機硬化剤と比較するために塩化カルシウムを混入した場合、無機硬化剤ほどではないものの凝結時間は短くなっている。このことより、凝結を促進させる成分は塩分の影響が大きいと考えられる。

3. 2 強度試験

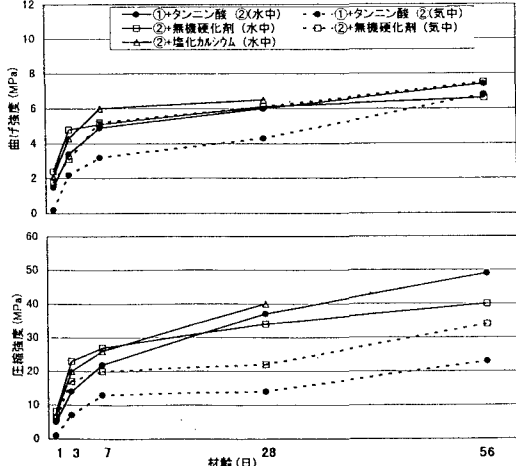
無機硬化剤と塩化カルシウムがそれぞれモルタルの曲げおよび圧縮強度に及ぼす影響を図－1に、無機硬化剤と塩化カルシウムがタンニン酸を含むモルタルの曲げおよび圧縮強度に及ぼす影響を図－2に示す。図－1、2より水中養生では、無機硬化剤の混入により、初期強度すなわち材齢 1、3 および 7 日の強度がプレーンの強度より高くなった。しかし、曲げ強度では約 7 日、圧縮強度では約 18 日で同等な強度となり、その後の強度はプレーンの強度を下回った。気中養生では、無機硬化剤を使用することにより強度が高くなることが分かった。結果としてタンニン酸を含むモルタルの強度はタンニン酸の硬化阻害により初期強度がプレーンより低くなっているが、無機硬化剤を混入することにより初期強度が改善されることが分かった。

表－3 配合条件および凝結試験結果

有害物	有害物混入率(%)	無機硬化剤混入率(%)	始発(h-m)	終結(h-m)
プレーン		0	2-17	4-14
無機硬化剤のみ	3		1-40	3-55
	6		1-35	3-40
	9		1-35	3-30
塩化カルシウムのみ		3(塩化カルシウム)	2-20	3-45
		6(塩化カルシウム)	2-00	3-20
タンニン酸	0.25	0	5-00	7-20
		3	3-30	6-00
		6	3-40	5-40
		9	3-30	5-20
	0.5	0	7-25	9-25
		3	4-55	6-45
		6	4-35	6-25
		9	4-30	6-40
	0.5	3(塩化カルシウム)	5-15	7-30
		6(塩化カルシウム)	4-40	6-45
	1.0	0	2-30	18-00
		3	7-30	15-00
		6	8-00	11-00
		9	6-30	10-30
フミン酸	1.0	0	3-10	5-30
		3	3-00	4-40
		6	3-00	4-40
		9	3-00	4-30



図－1 無機硬化剤と塩化カルシウムがモルタルの曲げおよび圧縮強度に及ぼす影響



図－2 タンニン酸を含むモルタルに無機硬化剤と塩化カルシウムがモルタルの曲げおよび圧縮強度に及ぼす影響