

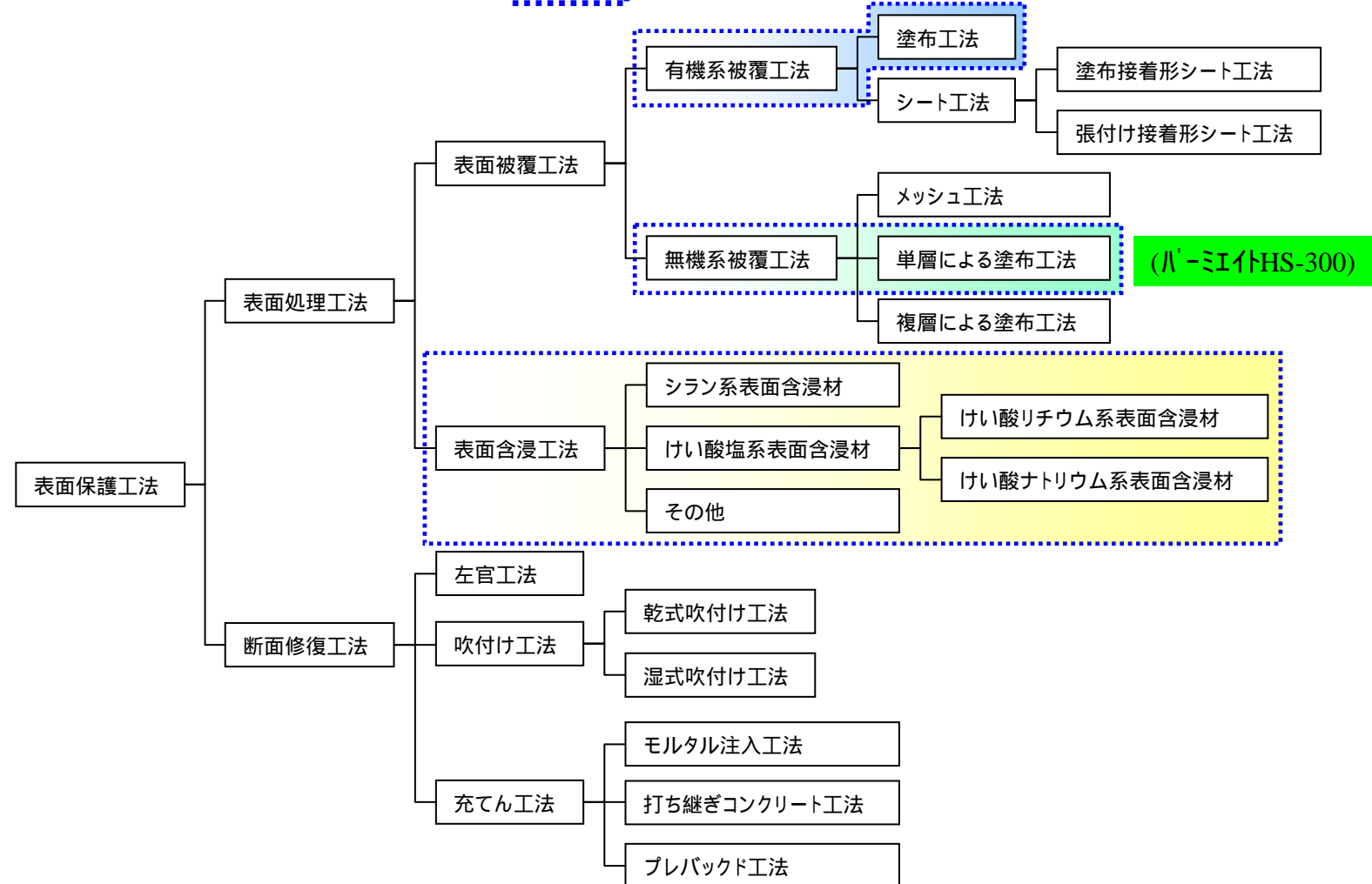
コンクリート表面処理材の性能及び 施工性評価

- 金沢工業大学・木村研究室
- 佐藤工業株式会社・技術研究所

コンクリートの表面処理材の性能および施工性評価

1. 表面保護工法

今回の評価対象は以下の分類^{*}中 **枠囲い** したものとした。



*: 2005年4月制定の土木学会表面保護工法設計施工指針(案)による分類

図 - 1 表面保護工法の分類

2. 表面処理材の種類

今回の性能試験に使用した材料(表面処理材:3系統)の特徴を以下に示す。

表 - 1 表面処理材の種類

材料	含浸/被覆	有機/無機	表面処理材の種類	主成分	設計塗布量(g/m ²)
含浸材A	含浸	無機	けい酸塩系	リチウムシリケート, けい酸ナトリウム, 水	400
含浸材B	含浸	無機	けい酸塩・シリラン系	リチウムシリケート, メチルトリメトキシシラン, けい酸ナトリウム, 水	400
含浸材C	含浸	無機	超微粒子けい酸塩系	コロイド状けい酸ナトリウム溶液	400
含浸材D	含浸	無機	けい酸塩系	リチウムシリケート, けい酸ナトリウム, 水	200
			けい酸塩系	TMAH, けい酸化合物, 水	200
含浸材E	含浸	無機	その他	TMAH, ブチルセロソルブ, IPA(イソプロピルアルコール)	400
			シリラン系	エトキシシランオリゴマー, オルガノシリラン, ブチルセロソルブ	100
被覆材A	含浸&被覆	無機	シリラン系	アルコキシシランクリアー, 硬化触媒, シリカ (P-ミイトHS-300)	150
被覆材B	含浸	無機	けい酸塩系	リチウムシリケート, けい酸ナトリウム, 水	200
	被覆		シリコン系	シリコン乳濁液, エタノール, 水	200
被覆材C	含浸	無機	けい酸塩系	リチウムシリケート, けい酸ナトリウム, 水	200
	被覆		アクリル系	メチルメタクリレート, ポリメチルメタクリレート, トリメチロールメタクリレート	200

TMAH: テトラメチルアンモニウムハイドロキシド

3. 性能評価項目と試験方法

2005年4月制定の土木学会表面保護工法設計施工指針(案)における表面含浸材の試験方法(案)に準じた性能評価を実施した。試験項目と目的を以下に示す。

表 - 2 表面処理材の性能評価項目

性能試験名	性能評価項目	目的
外観観察試験	外観変化(光沢, 変色等の有無)	各材料の含浸後または被覆後における処理面の外観の把握
含浸深さ試験	含浸深さ(mm)	各材料の浸透性の把握
透水量試験	試験開始7日時点での透水量(ml)	外部からの水分に対する防水性の把握
吸水率試験	試験開始7日時点での吸水量(g)	外部からの水分に対する防水性の把握
透湿度試験	試験開始72時間時点での透湿度(g)	内部の水分の抜け易さ(透湿性)の把握
中性化に対する抵抗性試験	促進期間28日時点での中性化深さ(mm)	中性化(促進条件: CO ₂ 濃度5%)に対する抵抗性の把握
塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験	促進期間63日時点での塩化物イオン浸透深さ(mm)	塩分(NaCl濃度3%)の浸透に対する抵抗性の把握



写真 - 1 含浸工程実施状況



写真 - 2 中性化深さ測定状況



写真 - 3 透水試験実施状況

コンクリートの表面処理材の性能および施工性評価

4. 表面処理材の塗布手順

各材料の設計塗布量はメーカー推奨の値とし、塗布手順を以下に示す。

表 - 3 塗布手順(含浸材A, B, C, D)

1工程	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
2工程	気中養生	24時間気中養生
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
2工程	含浸	光沢が消えるまで静置
	気中養生	24時間気中養生

表 - 4 塗布手順(含浸材E)

1工程	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
2工程	気中養生	24時間気中養生
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
3工程	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	気中養生	24時間気中養生

表 - 5 塗布手順(被覆材A) R¹-ミイHS-300

1工程	塗布	1分で150g/m ² 使用
	含浸&被覆	光沢が消えるまで静置
	気中養生	24時間気中養生

表 - 6 塗布手順(被覆材B)

1工程	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
2工程	気中養生	24時間気中養生
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	被覆	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
2工程	被覆	光沢が消えるまで静置
	気中養生	24時間気中養生

表 - 7 塗布手順(被覆材C)

1工程	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
	塗布	1分で100g/m ² 使用
	含浸	光沢が消えるまで静置
2工程	気中養生	24時間気中養生
	塗布	1分で200g/m ² 使用
	被覆	光沢が消えるまで静置
2工程	気中養生	24時間気中養生

5. 各種試験結果と性能評価

(1) 外観観察試験結果






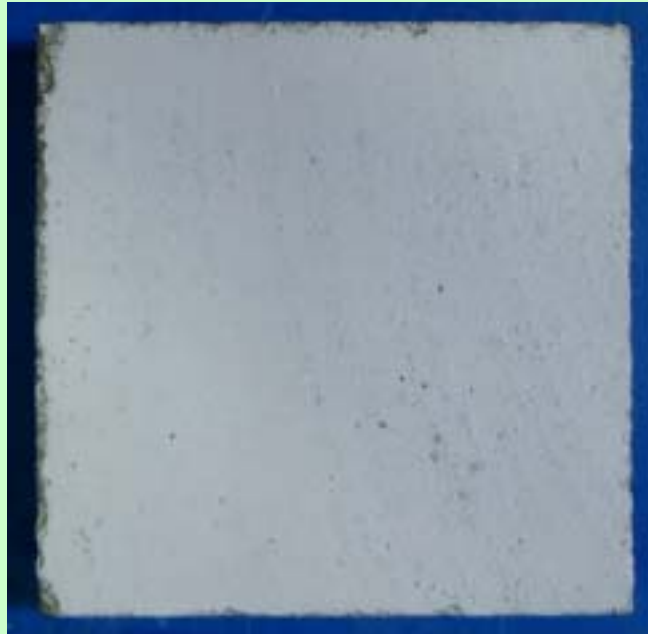
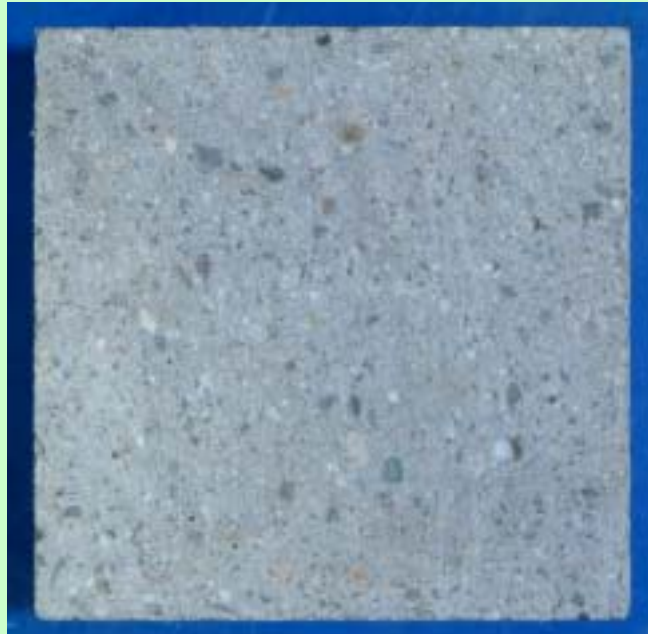

			
含浸材A (無色透明)	含浸材B (無色透明)	含浸材C (無色透明)	含浸材D (無色透明)
			
含浸材E (無色透明)	被覆材A (指定色)	被覆材B (乳白色)	被覆材C (薄橙透明)

写真 - 4 外観観察試験結果

(2) 含浸深さ試験結果

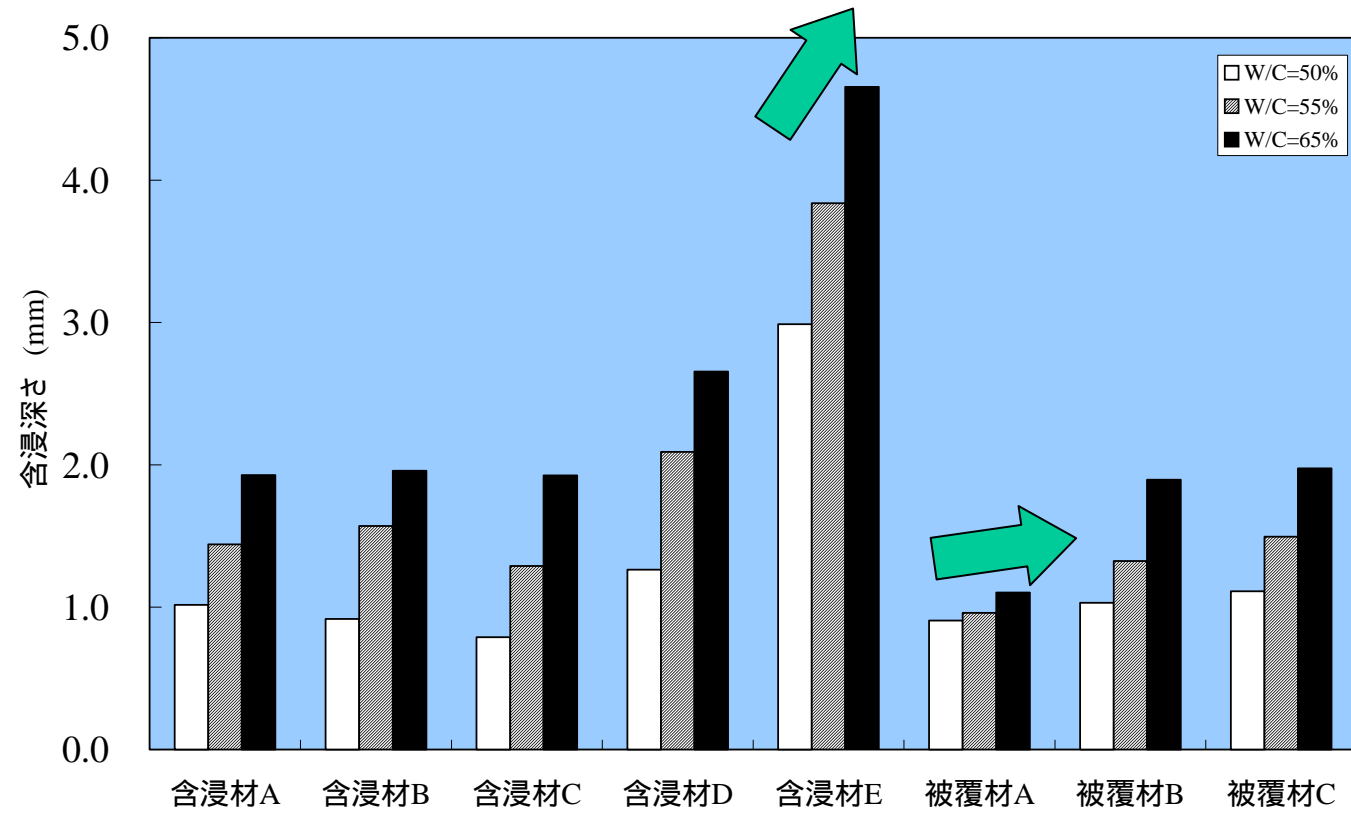


図 - 2 含浸深さの比較

(3) 透水量試験結果

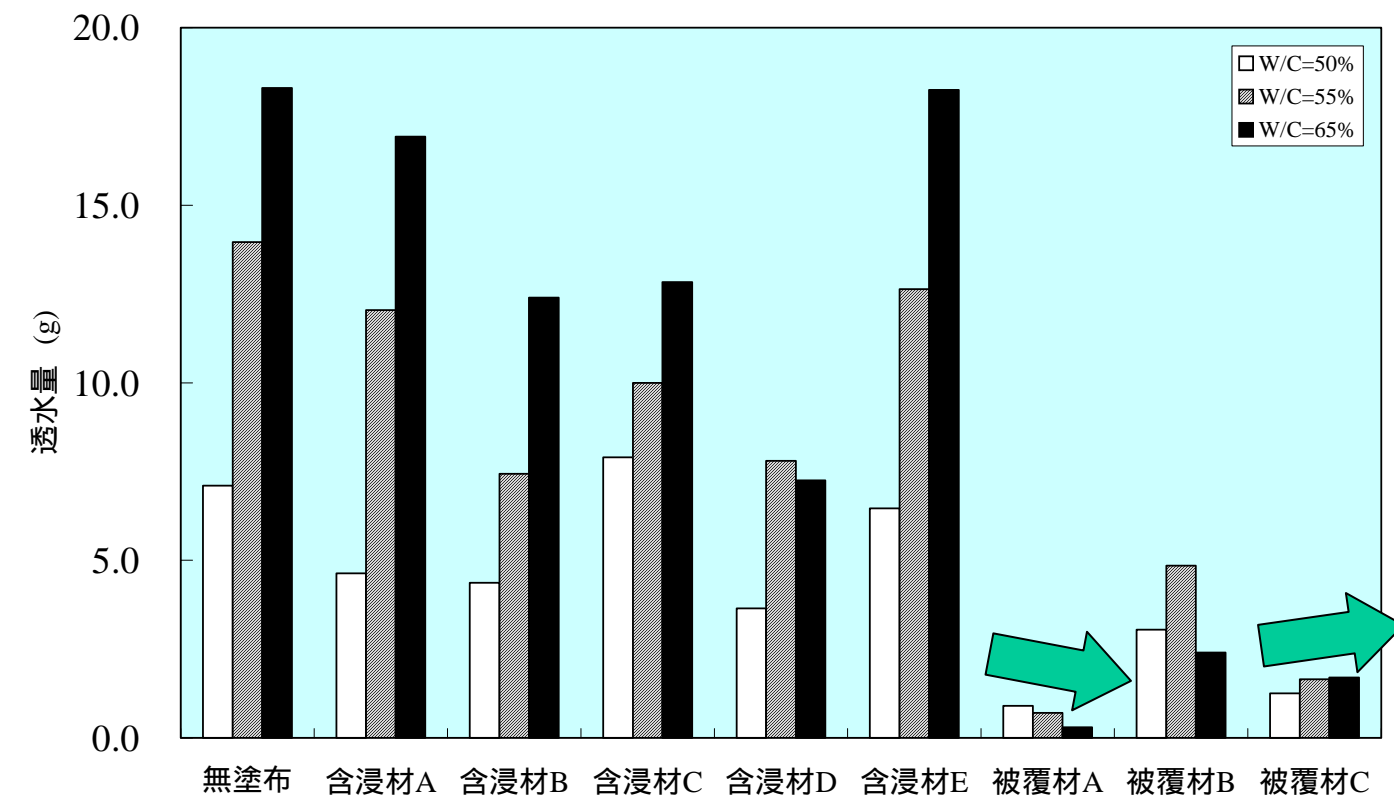


図 - 3 透水量の比較



写真 - 5 含浸深さ側定の例

フルオレッセインナトリウム指示薬による
発色領域を測定

- 緻密な材料ほど含浸し難い。
- 含浸材Eは最も深く浸透する。
- 被覆材AはW/Cの影響が少ない。

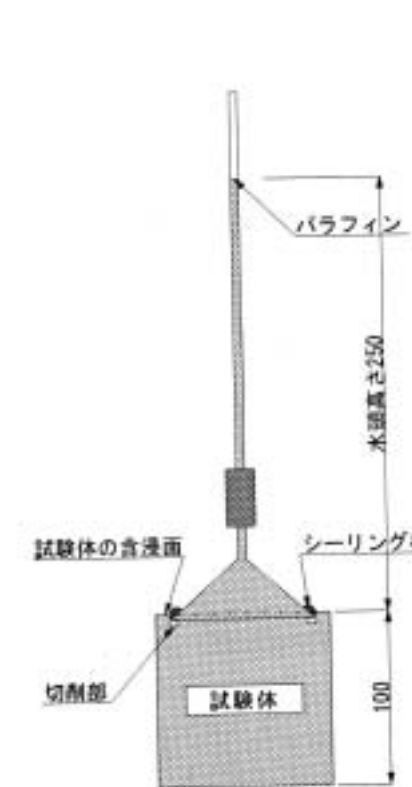


写真 - 6 透水量側定の例

- 緻密な材料ほど透水し難い。
- 含浸深さは透水量に関係ない。
- 含浸材の効果は薄い。
- 被覆材A,CはW/Cの影響が少ない。
- 被覆材では透水比^{*} 0~40%になる

* : 透水比 = 各透水量 / 無塗布の透水量

(4) 吸水率試験結果

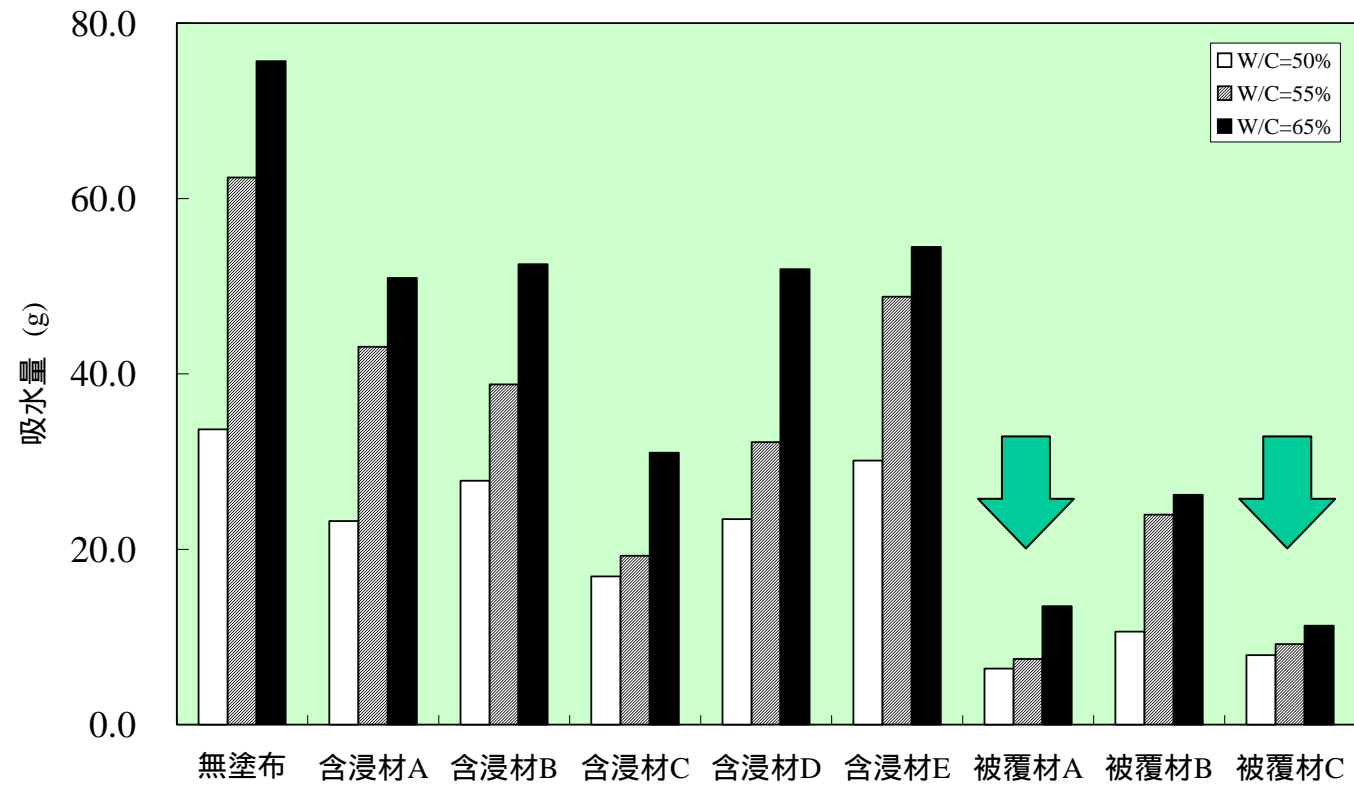


図 - 4 吸水率の比較

(5) 透湿度試験結果

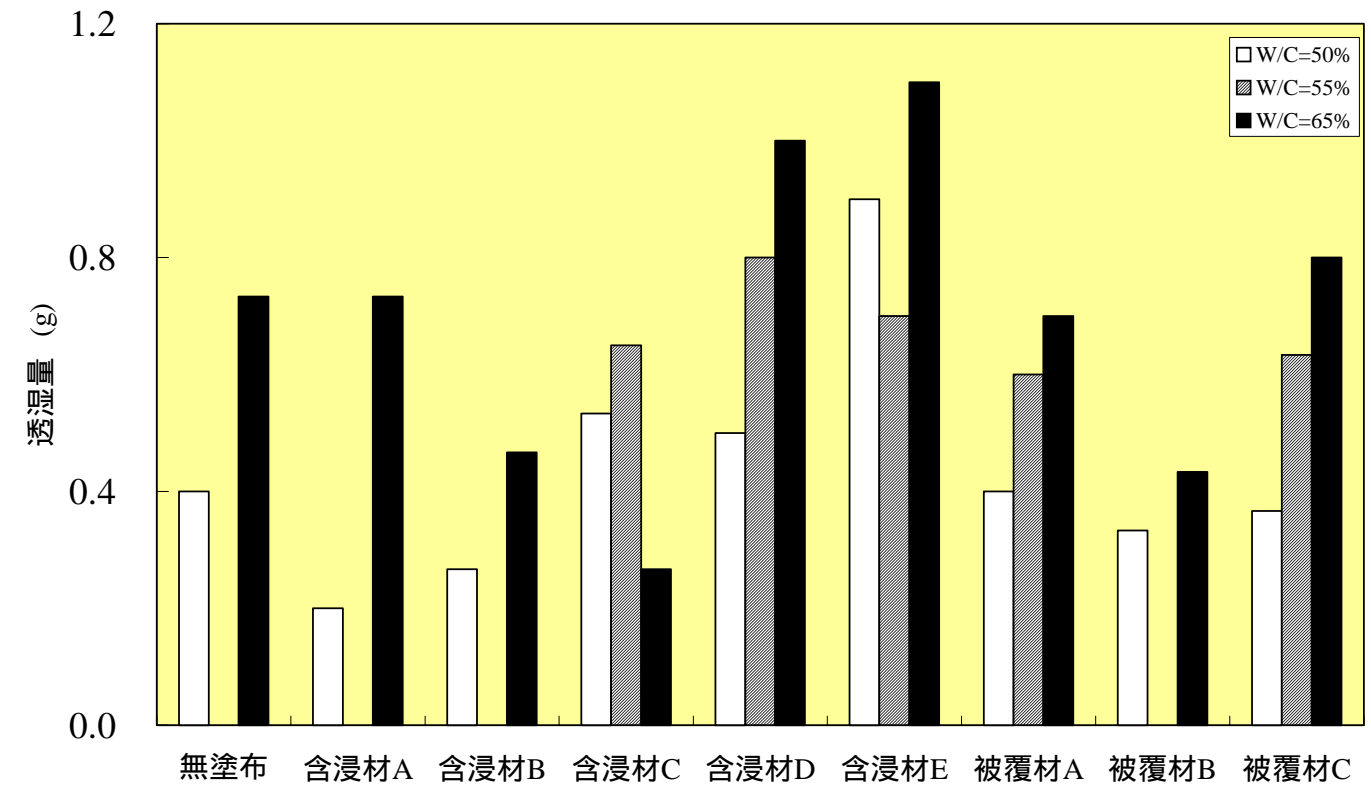


図 - 5 透湿度の比較



写真 - 7 吸水環境の例

- 緻密な材料ほど吸水し難い。
- 含浸深さは吸水量に関係ない。
- 含浸材よりも被覆材の効果は大きい。
- 含浸材では吸水比^{*} 30～90%になる。
- 被覆材では吸水比^{*} 10～40%になる。

* : 吸水比 = 各吸水量 / 無塗布の吸水量



写真 - 8 透湿度試験

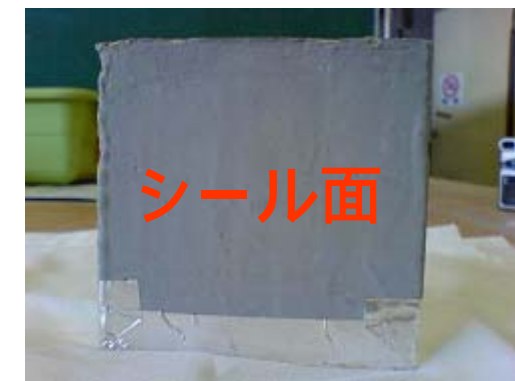


写真 - 9 透湿度測定の実例

- 含浸材, 被覆材のどれも無塗布と変わらない透湿性を有している。

(6) 中性化に対する抵抗性試験結果

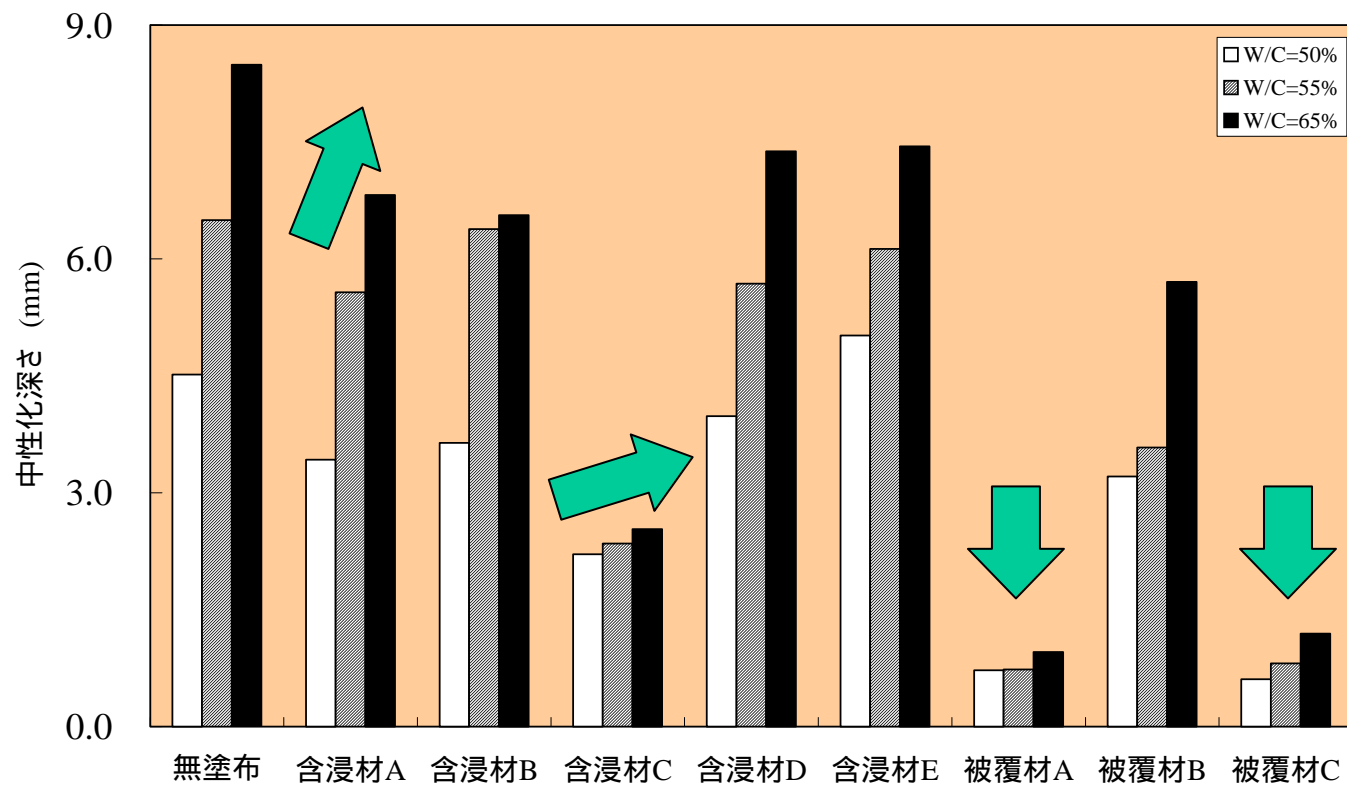


図 - 6 中性化深さの比較

(7) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験結果

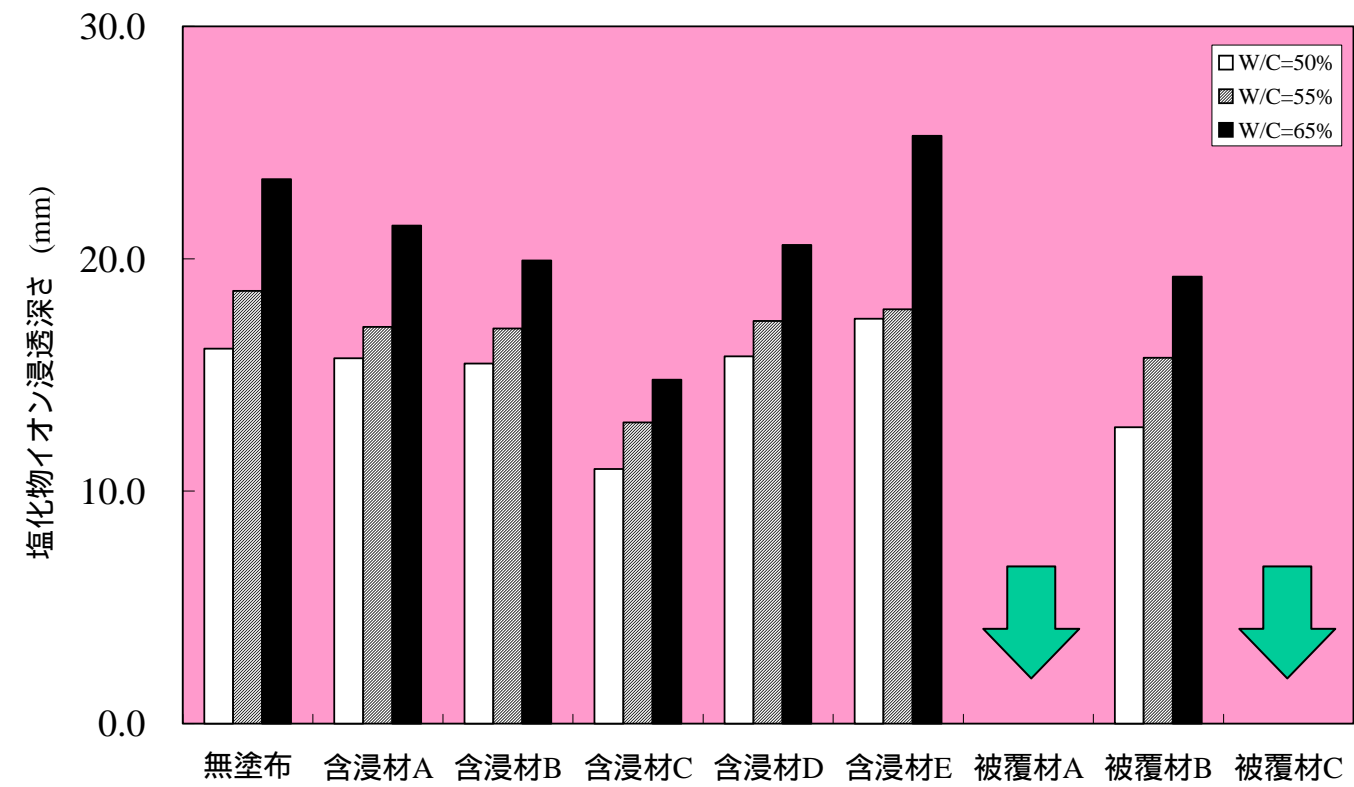


図 - 7 塩化物イオン浸透深さの比較



写真 - 10 中性化深さ測定の場合

- 緻密な材料ほど中性化し難い。
- 含浸深さは中性化深さに関係ない。
- 含浸材の中でCは最も中性化し難い。
- 被覆材の中でA,Cは最も中性化し難い。
- 含浸材C, 被覆材A,CはW/Cの影響が少ない。



写真 - 11 塩化物イオン浸透深さ測定の場合

- 緻密な材料ほど浸透し難い。
 - 含浸深さは浸透深さに関係ない。
 - 含浸材の中でCは最も浸透し難い。
 - 被覆材の中でA,Cは最も浸透し難い。
- 塩化物イオン浸透は認められない

6. 施工性評価

各工程に要した時間をグラフに示す.

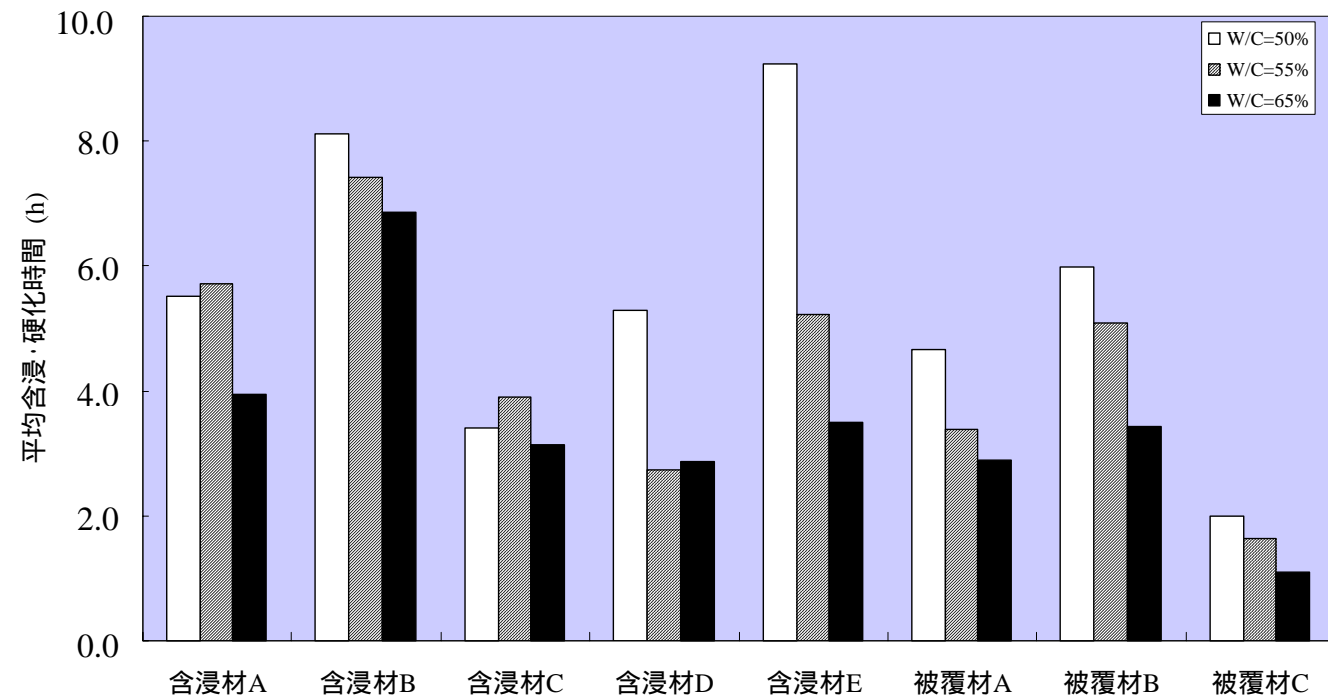


図 - 8 施工性の比較

- 含浸材では1工程よりも2工程の含浸・硬化に要する時間が長い.
- 含浸材の中でC,Dは含浸・硬化までの時間が比較的短い.
- 被覆材の中でCは硬化までの時間が短い.

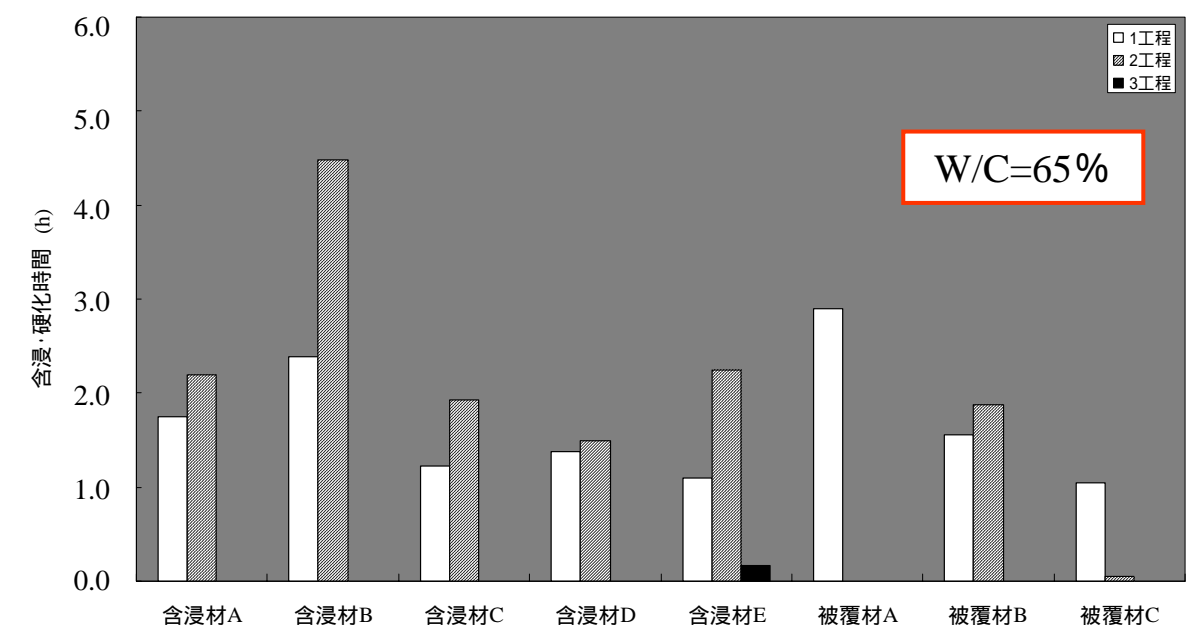
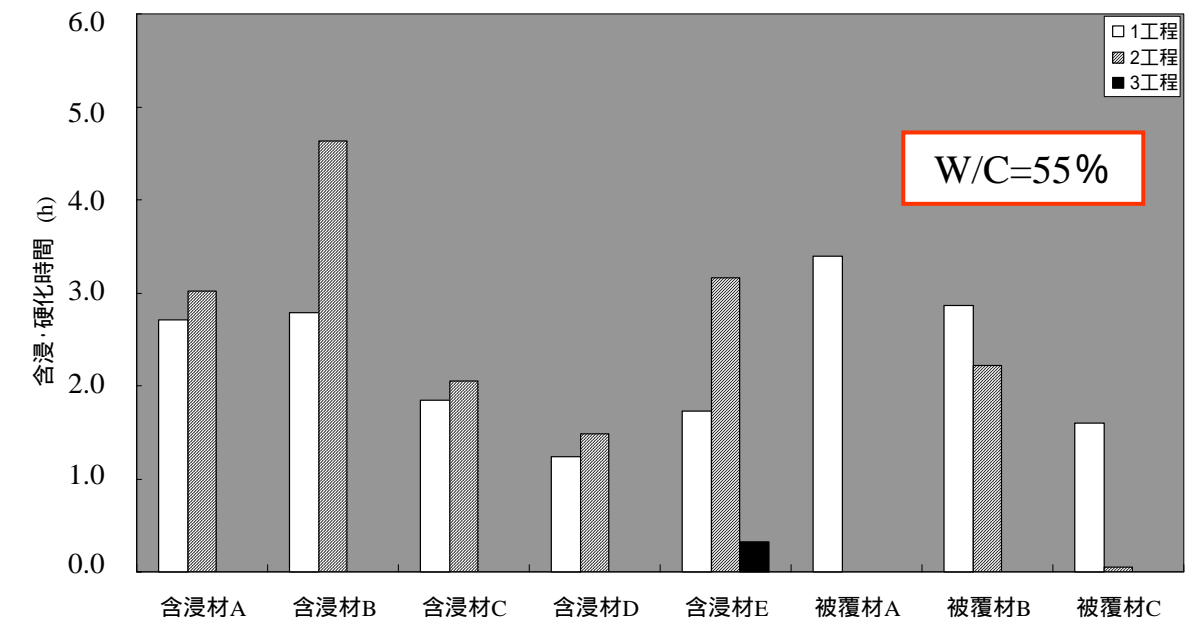
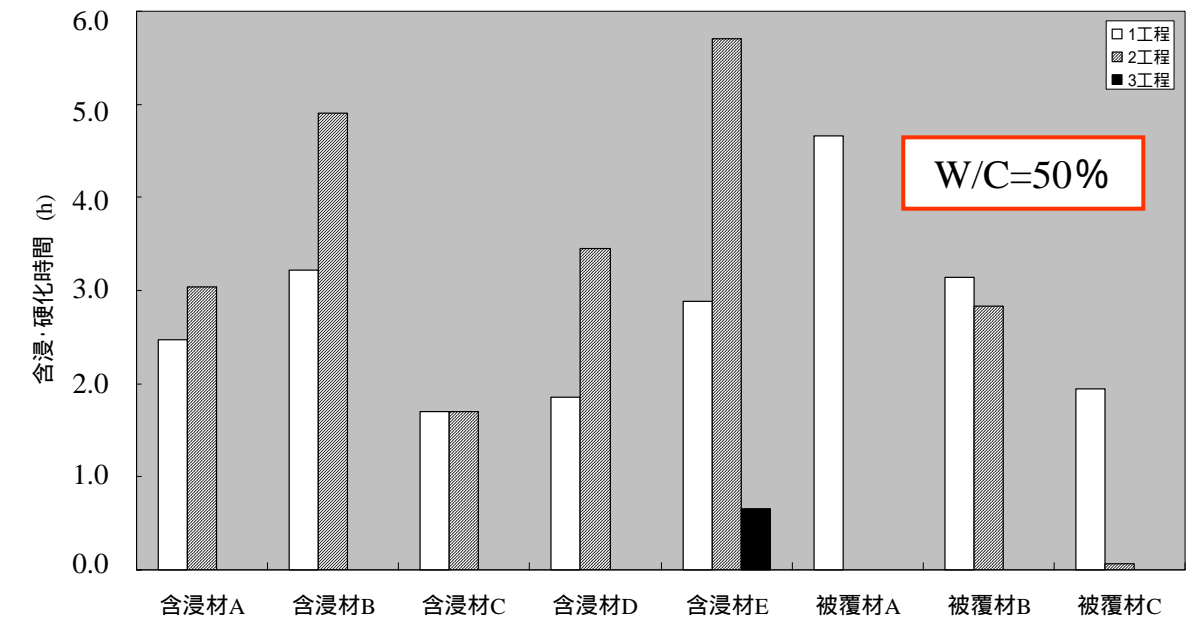


図 - 9 W/Cごとの比較

コンクリートの表面処理材の性能および施工性評価

7. グレード評価

表面含浸材の性能を、評価基準と比べることによって確認することができる。

表 - 8 劣化要因に対する性能のグレード

評価項目		グレード		
性能	評価値(%)	A	B	C
中性化に対する抵抗性	中性化抑制率	30以上	30~10	10以下
塩化物イオン浸透抵抗性	塩化物イオン浸透抑制率	80以上	80~60	60以下
透水性	透水抑制率	80以上	80~60	60以下
吸水性	吸水抑制率	80以上	80~60	60以下
水蒸気透過性	透湿比 ¹⁾	80以上	80~60	60以下

1)透湿比=処理材の透湿量/無塗布の透湿量

表 - 9 評価項目と評価基準(表面含浸工の性能照査)

評価項目	一般的な評価基準 (W/C=50%)			
	シラン系	けい酸塩系		その他
		けい酸リチウム系	けい酸ナトリウム系	
中性化に対する抵抗性	C	B	B	-
塩化物イオン浸透抵抗性	A	C	C	
透水性	A	C	C	
吸水性	A	C	C	
水蒸気透過性	B	B	B	

表 - 10 グレード評価

評価項目	けい酸塩系			けい酸塩・シラン系			超微粒子けい酸塩系			けい酸塩系 +			その他+シラン系			シラン系			けい酸塩系 + シリコン系			けい酸塩系 + アクリル系		
	含浸材A			含浸材B			含浸材C			含浸材D			含浸材E			被覆材A			被覆材B			被覆材C		
	50	55	65	50	55	65	50	55	65	50	55	65	50	55	65	50	55	65	50	55	65	50	55	65
中性化に対する抵抗性	B	B	B	B	C	B	A	A	A	B	B	B	C	C	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A
塩化物イオン浸透抵抗性	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	C	C	A	A	A
透水性	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	C	B	A	A	A	A
吸水性	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	A	A	A	B	B	B	B	A	A
水蒸気透過性	C	-	A	B	-	B	A	-	C	A	-	A	A	-	A	A	-	A	A	-	C	A	-	A

優れている
 同等
 劣っている

- 含浸材Cは中性化に対する抵抗性が高い。
- 含浸材A, B, C, Dは基本的なけい酸塩系の性能を有している。
- 含浸材B, Eは基本的なシラン系の性能を有していない。
- 含浸材よりも被覆材の方が全体的に効果が高い。
- 被覆材A, B, Cは中性化に対する抵抗性が高い。
- 被覆材A, Bは塩化物イオン浸透抵抗性が高く、被覆材Cは低い。