

■ インターロッキングブロックの品質規格

試験項目		強度 (N/mm ²)		寸法の許容差 (mm)		すべり抵抗値 (BPN)	透水係数 (m/s)	保水量 (g/cm ³)	吸上げ率 (%)
		曲げ強度	圧縮強度	幅・長さ	厚さ				
普通ブロック	歩行者系道路	3.0 以上	17.0 以上	±2.5 以内	±2.5 以内	40 以上	-	-	-
	車道	5.0 以上	32.0 以上	±2.5 以内	±2.5 以内	60 以上	-	-	-
透水性ブロック	歩行者系道路	3.0 以上	17.0 以上	±2.5 以内	-1.0~+4.0 以内	40 以上	1×10 ⁻⁴ 以上	-	-
	車道	5.0 以上	32.0 以上	±2.5 以内	-1.0~+4.0 以内	60 以上	-	-	-
保水性ブロック	歩行者系道路	3.0 以上	17.0 以上	±2.5 以内	-1.0~+4.0 以内	40 以上	-	0.15 以上	70 以上
	車道	5.0 以上	32.0 以上	±2.5 以内	-1.0~+4.0 以内	60 以上	-		
植生用(緑化)ブロック	歩行者系道路・車道	4.0 以上	28.0 以上	±2.5 以内	±2.5 以内	-	-	-	-
試験方法		JIS A 5371		JIS A 5371		JIPEA-TM-6	JIS A 5371	JIS A 5371	JIS A 5371

■ インターロッキングブロックの施工手順

① 不織布の敷設 [透水(保水)性の場合]



雨水の浸透に伴って敷砂が路盤内に流出する恐れがあるため路盤上(敷砂の下面)に不織布を敷設します。連続して敷設する場合の重ね幅は10cm程度とします。

② 敷砂層の敷きならし・締固め



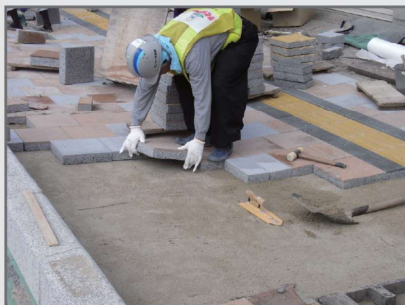
敷砂の仕上がりに厚さに余盛厚を加えた厚さで路盤上に敷砂を敷きならした後、プレートコンパクタを用いて敷砂を締固めます。

③ 敷砂層の仕上げ



舗装面の設計基準高さからブロック厚さを引き、これに敷砂の余盛厚を加えた厚さを基準にして水糸を張り、敷砂の仕上げ高さを決めます。ならし板を用いて敷砂を平らにならしめます。

④ ブロックの敷設



ブロックを敷設し始める基準線を水糸や緑石等で設定します。目地の通りを確認しながら、ブロックの敷設を行います。

⑤ 目地調整



目地ラインや目地幅の調整を行い、所定の目地幅でブロック相互を十分にかみ合わせることで、荷重分散性能の向上と美観を図ります。目地通りの修正には、パールやドライバなどを用いてブロックを移動させます。

⑥ 目地詰め



ブロックの表面に目地砂を均一にまき、ほうき、またはデッキブラシなどで表面を掃くようにして砂を目地にすり込みます。コンパクタの振動を併用すると効果的です。目地詰めは目地に目地砂が十分充填されるまで繰り返します。

⑦ 完成



ブロック表面に残った砂は、きれいに取り除きます。

⚠ 安全上の注意事項

ブロックの切断加工を高速カッター等で行った場合、粉じんが発生します。

- ・防護具(粉じんメガネ、粉じんマスク、手袋など)をご使用ください。
- ・周辺へ粉じん対策を行ってください。

輝度比

視覚障害者誘導用ブロック (増補改訂版 道路の移動等円滑化整備ガイドラインより抜粋)

【材料】

視覚障害者誘導用ブロックの材料としては十分な強度を有し、歩行性、耐久性、耐摩耗性に優れたものを用いるものとする。

【色彩】

視覚障害者誘導用ブロックの色は、黄色を基本とする。しかしながら、色彩に配慮した舗装を施した歩道等において、黄色いブロックを適用することでその対比効果が十分発揮できなくなる場合は、設置面との輝度比や明度差が確保できる黄色以外の色とするものとする。ただし、天候・明るさ・色の組み合わせ等によっては認識しづらい場合も想定されるため、沿道住民・利用者の意見が反映されるよう留意して決定するものとする。

視覚障害者誘導用ブロックの色は、一般的なアスファルト舗装との対比効果が発揮でき、視覚障害者（弱視）の適切な誘導を図ることができる黄色を基本としたものである。

しかしながら、色彩に配慮した舗装を施した歩道等で、黄色いブロックを適用するとその対比効果が十分発揮できなくなる場合は、設置面との輝度比や明度差が確保できる黄色以外の色を選択できることとした。

一般的に視覚障害者誘導用ブロックは黄色と認知されており、黄色が良いとする意見も多いため、黄色を基本とするが、路面の色彩が類似している場合、周囲の路面との輝度比を2.0程度確保することにより視覚障害者誘導用ブロックが容易に識別できることが必要である。

輝度比については、晴天時において、1.5～2.5の組み合わせが、弱視者、晴眼者双方にとって問題ない範囲であるという既存研究（「視覚障害者誘導用舗装の現況に関する調査例」岩崎聖司 坂口睦夫 秋山哲男 舗装29-4 1994）等から輝度比2.0程度とした。

ただし、天候・明るさ・色の組み合わせ等によっては、認識しづらい場合があるため、色彩の決定にあたっては、沿道住民・利用者の意見が反映されるよう留意して決定するものとする。

輝度測定方法と輝度比算定方法

【輝度測定方法】 (インターロッキングブロック舗装設計施工要領 平成29年3月に準拠)

(1) 測定機器

- 1) 非接触型輝度計または色彩色差計
- 2) 照度計

(2) 測定方法

1) 照明器具の設置

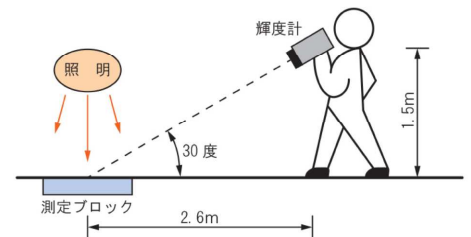
測定場所（ILブロック、誘導用ブロックなどを設置する場所）を上方から照明器具で照明する。照明器具としてはディライト（色温度5,000～6,000K）とし、測定するブロックから約30～100cmとなるように固定するのが望ましい。

2) 輝度および照度の測定

非接触型輝度計（または色彩色差計）の固定位置は測定箇所から仰角30度となる図のような位置に固定し、測定箇所の輝度を測定する。輝度は照度によって変化する。室内の測定であっても、窓からの光の増減、照明用電圧の変動による明るさの増減などがあり、伏せて照度も測定する。

(3) 測定項目

- 1) 測定位置の輝度
- 2) 測定位置の照度



【輝度比の算定】

輝度比は、原則として同一測定機器で、同一照度での輝度から、次式を用いて算出する。

$$\text{輝度比} = \frac{\text{視覚障害者誘導用ブロックの輝度 (cd/m}^2\text{)}}{\text{周囲舗装の輝度 (cd/m}^2\text{)}}$$

※ cd：カンデラ（光度）

※ 輝度比が1より小さい値（ILブロックの輝度が誘導用ブロックの輝度より大きい）となる場合は、逆数で表す。

輝度測定値

※ 製品製造の時期によって多少数値が変動いたします。あらかじめご了承ください。

視覚障害者誘導用ブロック (普通品)	輝度
黄色	478.7

視覚障害者誘導用ブロック (透水性)	輝度
黄色	507.8

ユニバーサルブラック	輝度	輝度比 (対透水)
黒色	80.2	6.33

コレクション	輝度	輝度比 (対普通)
C01	241.5	1.98
C02	195.7	2.45
C03	142.9	3.35
C04	335.6	1.43
C05	221.8	2.16
C06	159.5	3.00
C07	357.7	1.34
C08	168.1	2.85
C09	125.5	3.82
C10	475.7	1.01
C11	230.2	2.08
C12	154.1	3.11

グランバムH	輝度	輝度比 (対透水)
H01	268.1	1.89
H02	217.3	2.34
H03	154.0	3.30
H04	383.4	1.32
H05	260.1	1.95
H06	198.6	2.56
H07	361.4	1.40
H08	179.6	2.83
H09	147.4	3.45
H10	515.3	1.01
H11	240.2	2.11
H12	144.1	3.52

アートスルー	輝度	輝度比 (対透水)
P-01	153.3	3.31
P-02	150.0	3.39
P-03	352.8	1.44
P-04	223.4	2.27
P-05	121.6	4.17
P-06	632.4	1.25

遮熱性ILB	輝度	輝度比 (対透水)
ライトグレー	419.8	1.21
	410.1	0.81
グレー	311.2	1.63
	343.1	1.48
ダークグレー	255.3	1.99
ベージュ	395.8	1.28
	441.2	1.15
ブラウン	307.9	1.65
	-	-
ローズ	283.6	1.79
	345.6	1.47

ユニバーサルFG	輝度	輝度比 (対透水)
GF01	348.0	1.46
GF02	344.0	1.48
GF03	255.3	1.99
GF04	472.9	1.07
GF05	279.6	1.82
GF06	215.4	2.36

シルキーストーン	輝度	輝度比 (対普通)
SS01	376.3	1.27
SS02	373.3	1.28
SS03	384.0	1.25
SS04	415.6	1.15
SS05	354.2	1.35
SS06	249.9	1.92

ブルーバー	輝度	輝度比 (対透水)
PV01	163.8	3.10
PV02	153.9	3.30
PV03	306.4	1.66
PV04	174.6	2.91
PV05	131.2	3.87

デミG	輝度	輝度比 (対普通)
D101	265.9	1.80
D102	326.0	1.47
D103	376.6	1.27
D104	264.5	1.81
D105	419.2	1.14
D106	250.0	1.92
D107	485.5	1.01

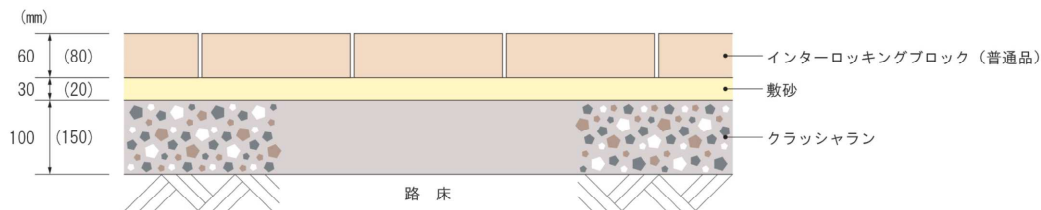
上：打ち直し仕上げ
下：ショットプラスチック仕上げ

インターロッキングブロックの舗装構造

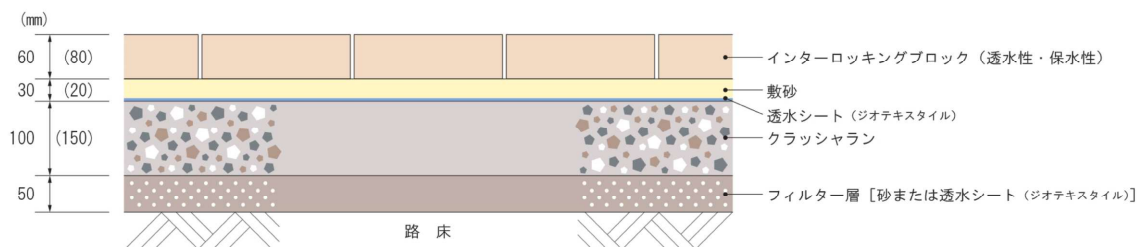
歩行者系道路

() 内の寸法表示は、歩行者や自転車以外に最大積載量 39 k N (4 t) 以下の管理車両や限定された一般車両の通行する歩行者系道路に適用するときの厚さを示す。

普通品



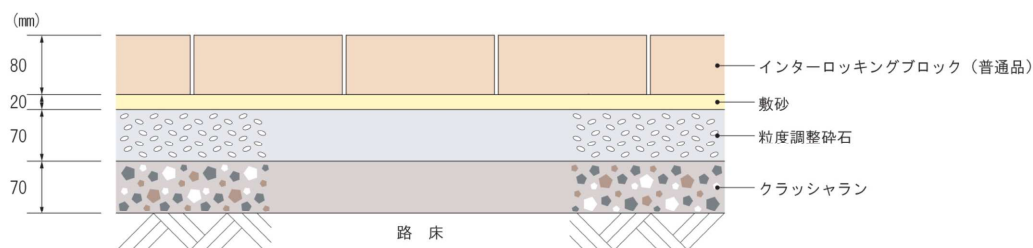
透水性・保水性



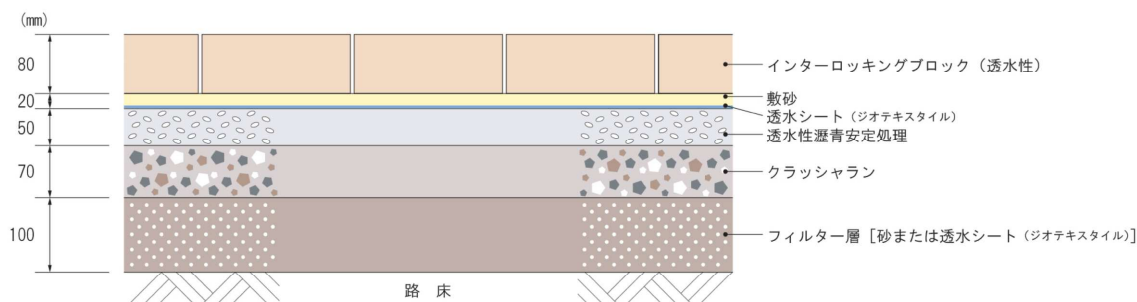
歩道車両乗入れ部

乗用車、小型貨物自動車 1 日当たり 300 台未満の乗入れ。

普通品



透水性



「インターロッキングブロック舗装設計施工要領 (平成 29 年 3 月)」に準拠しています。

普通道路の標準舗装構造

普通道路の交通量の区分

交通量区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)		49 k N 標準荷重疲労破壊輪数 (回)	
			設計期間 10 年	設計期間 20 年
N ₁	15 未満		1,500	3,000
N ₂	15 以上	40 未満	7,000	14,000
N ₃	40 以上	100 未満	30,000	60,000
N ₄	100 以上	250 未満	150,000	300,000
N ₅	250 以上	1,000 未満	1,000,000	2,000,000

普通道路の舗装構造例

交通量区分	設計期間 (年)	設計CBR (%)	I L ブロック層 (cm)		上層路盤 (cm)			下層路盤 (cm)	合計厚 (cm)	T A' (cm)	必要 T A (cm)		
			ブロック	敷砂	瀝青 安定処理	セメント 安定処理	粒度調整 碎石	クラッシュラン					
N ₁	10	3	8	2	-	-	7	7	24	12.2	9		
		4	8	2	-	-	7	7	24	12.2	9		
		6 以上	8	2	-	-	8	-	18	10.8	8		
	20	3	8	2	-	-	7	7	24	12.2	10		
		4	8	2	-	-	7	7	24	12.2	10		
		6 以上	8	2	-	-	8	-	18	10.8	9		
N ₂	10	3	8	2	-	-	7	7	24	12.2	12		
		4	8	2	-	-	7	7	24	12.2	11		
		6 以上	8	2	-	-	8	-	18	10.8	10		
	20	3	8	2	-	-	8	10	28	13.3	13		
		4	8	2	-	-	7	7	24	12.3	12		
		6 以上	8	2	-	-	9	-	19	11.2	11		
N ₃ ※1	10	3	8	2	5	-	-	12	27	15.0	15		
		4 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	14		
		6 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	13		
	20	3	8	2	5	-	-	20	35	17.0	17		
		4	8	2	5	-	-	12	27	15.0	15		
		6 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	13		
N ₄ ※2	10	瀝青 安定処理	3	8	2	8	-	-	19	37	19.2	19	
			4	8	2	7	-	-	18	35	18.1	18	
			6	8	2	5	-	-	16	31	16.0	16	
			8 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	14	
		20	3	8	2	10	-	-	20	40	21.0	21	
			4	8	2	8	-	-	23	41	20.2	20	
			6 以上	8	2	5	-	-	20	35	17.0	17	
	セメント 安定処理	10	3	8	2	5	-	-	16	31	16.0	16	
			4	8	2	5	-	-	10	25	14.5	14	
			12 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	14	
		20	3	8	2	-	15	-	15	40	20.0	19	
			4	8	2	-	15	-	19	44	21.0	21	
			6 以上	8	2	-	15	-	15	40	20.0	20	
			12 以上	8	2	-	15	-	15	40	20.0	20	
		瀝青 安定処理	10	3	8	2	5	-	-	12	27	15.0	15
				4 以上	8	2	5	-	-	10	25	14.5	14
			20	3	8	2	5	-	-	20	35	17.0	17
				4 以上	8	2	5	-	-	12	27	15.0	15
6 以上	3	8	2	5	-	-	10	25	14.5	13			

※1 交通量区分 N₃ は、セメント安定処理を使用すると経済性に欠けるため瀝青安定処理の使用を原則とする。

※2 交通量区分 N₄ で、設計期間 10 年、設計 CBR 4 以上の場合と設計期間 20 年、設計 CBR 6 以上の場合は瀝青安定処理の使用を原則とする。

普通道路の N₅ や小型道路、および透水性、排水性、保水性等の舗装構造につきましてはご相談下さい。

■ エフロレッセンス（白華）に関する解説

1. エフロレッセンス (efflorescence) とは…

エフロレッセンスとは、コンクリート中の可溶成分を含んだ溶液がコンクリート内部から表面に移動し、乾燥に伴って水分が蒸発することで、コンクリート表面に析出して空気中の炭酸ガスと統合することによって、コンクリート表面に沈着する『**白色の物質**』のことを言います。

エフロレッセンスは外観は白い花が咲いている様にも見えるので、『**白華**』や『**白華現象**』などとも呼ばれています。



エフロレッセンスの発生事例

2. エフロレッセンスの種類と形態

エフロレッセンスは、コンクリートの練混ぜ水によって発生する**一次エフロ**と、雨水や積雪後の雪解け水、および散水などにより外部からコンクリートに浸透した水によって発生する**二次エフロ**に大別されます。

また、コンクリート表面におけるエフロレッセンスの形態は様々で、**塊状に固**しているもの、**繊維状の結晶**が成長して**綿状**にふわふわしたもの、**粉をふいた**様に付着したものの、**色ムラ**となって生じるものなどがあり、何れもコンクリートの美観を損ないます。



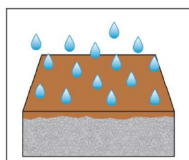
エフロレッセンスの例

3. エフロレッセンスの主成分

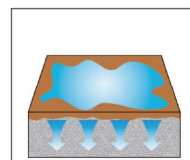
エフロレッセンスはセメント系材料の水和生成物のうち、最も溶解度が大きい**水酸化カルシウム** ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) が細孔溶液中に溶出し、水分と共にコンクリート表面に運ばれ、乾燥して析出したものです。その後、炭酸化反応によって水酸化カルシウムが空気中の**二酸化炭素** (CO_2) と反応して**炭酸カルシウム** (CaCO_3) に変化します。したがって、エフロレッセンスの**主成分は炭酸カルシウム**とされています。

4. エフロレッセンスのメカニズム

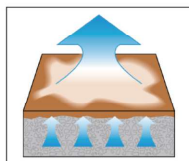
① 雨水や積雪後の雪解け水などにより、コンクリートの表層部が浸水します。



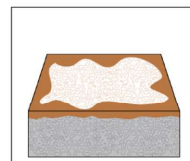
② コンクリートの表層部を移動したり滞留している水が、コンクリート内部に浸透します。



③ 可溶成分（水酸化カルシウム等）を含んだ水がコンクリート内部から表面に移動し、蒸発して乾燥します。その際に、この水に含まれた可溶成分が空気中の炭酸ガスと反応し、不溶性の炭酸カルシウムとなってコンクリート表面に析出します。



④ コンクリート表面に析出した炭酸カルシウムが乾いて固着して白くなります。これをエフロレッセンスと言い、コンクリートの美観が損なわれます。



5. エフロレッセンスがコンクリートに及ぼす影響

エフロレッセンスの発生によってコンクリートの品質が阻害されることはありません。

また、当該現場の環境条件等によって時間に差異はありますが、エフロレッセンスは2～3ヶ月で自然に消えて無くなるのが広く知られています。この理由は、以下の様に考えられています。

- ① 雨水に含まれる炭酸により、エフロレッセンスが徐々に可溶性の重炭酸カルシウムに変化して溶解します。
- ② 既に発生したエフロレッセンスによって、コンクリート中の毛細管が徐々に目詰まりしたり、コンクリート表面の空隙にゴミやダストなどが詰まることによって、エフロレッセンスが発生し難くなります。
- ③ 舗装材では、交通開放によって歩行者や自転車などが通行することで路面に摩擦が生じ、エフロが除去されることもあります。

6. エフロレッセンスのpH（水素イオン濃度）

打設直後のコンクリートのpHは12以上の強アルカリです。これに対して、エフロレッセンスの主成分である炭酸カルシウムのpHは8.5～10程度です。

7. エフロレッセンスが発生しやすい環境条件

①低温・多湿・適当な風速がある場合に発生しやすい

- ・冬季で、雨上がりや積雪後の雪解け時などの環境条件下は、エフロレッセンスが最も発生しやすい環境下にあります。
- ・コンクリート表面が常に湿潤状態にある場合や、乾燥する速度が極端に大きい場合にはエフロレッセンスは発生し難いと言われています。

②日陰面で発生しやすい

- ・日陰面（北面など）では、コンクリートの乾燥速度（内部乾燥・表面乾燥）と硬化速度との関係から、エフロレッセンスが発生しやすい傾向にあると言えます。
- ・日射面（南面など）では、コンクリートの表面の乾燥速度が速く、不溶成分の拡散がこれに追いつかず、エフロレッセンスがコンクリートの内部に析出してしまうため、エフロレッセンスによる変状が顕在化しません。

③コンクリートが若材齢の場合に発生しやすい

- ・若材齢のコンクリートでは、その組織がまだ緻密化されていないため、不溶成分の移動が制限されないことから、不溶成分が自由にコンクリート表面に供給され、エフロレッセンスが発生しやすい条件下にあります。

④その他

- ・エフロレッセンスの発生とコンクリートの品質（良否）とは無関係と言われています。

8. エフロレッセンスの防止対策

〔設計施工〕

①横断勾配の確保

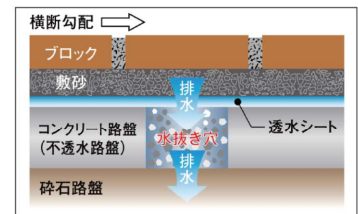
- ・舗装表面で所定の横断勾配（2%程度）を確保して雨水を側溝に排水します。
- ・舗装各層（路床、路盤、敷砂）においても横断勾配を設けるなど、舗装体としての排水処理を適切に計画することが効果的です。

②不透水路盤（コンクリート路盤など）の処理

- ・コンクリート路盤の様に不透水路盤では、舗装に浸透した雨水によって敷砂の含水比が高まり、エフロレッセンスが発生することが多い傾向にあります。この場合には、2～3㎡に1箇所程度の割合で不透水路盤に水抜き穴（直径10cm程度）を設けて、敷砂に浸透した水を円滑に排水させることが必要です。
- ・水抜き穴には砕石などを詰め、透水シートで表面を覆って、敷砂の流出防止を図ります。

③地下水位が高い場合

- ・地下水位が高い場合は、地下排水を行って路床、路盤、敷砂の排水を行います。
- ・地下排水の方法には、フィルター材料と穴あき管からなる排水溝を路側や中央分離帯下部に設けたり、5～10cm厚さの砂層（遮断層）を路床と路盤の間に設けます。



〔使用材料〕

①敷砂

- ・敷砂にシルト分（微粒分※）が多いと排水性が低下し、エフロレッセンスが発生し易くなります。（※0.075mmふるい通過分＝5%以下の砂が望ましい）
- ・敷砂のシルト分はブロック舗装の不陸の原因にもなりますので、特に注意が必要です。

②空練りモルタル

- ・空練りモルタルを敷砂に用いると排水性能が低下することから、横断勾配などによる表面排水を確実に行って、エフロレッセンスの発生を抑制します。

③保水性ブロック

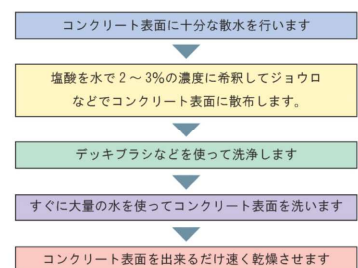
- ・保水性ブロックは、ブロック内部に雨水を一時的に滞留させて、その蒸発散によって表面温度を低減させますので、エフロレッセンスが発生し易いブロックと言えます。
- ・保水性ブロックをご採用の場合には、保水性ブロックの特性と、エフロレッセンス発生との関係について、十分ご理解いただけるようお願いいたします。

9. エフロレッセンスの除去方法

エフロレッセンスのうち、一次エフロは可溶成分であるために水で簡単に洗い流すことが出来ますが、二次エフロは難溶性の炭酸カルシウムが主成分であることから、塩酸などの酸で洗わなければ簡単に除去することは出来ません。

前述した様に、エフロレッセンスは2～3ヶ月で自然に消えて無くなる事が多いため、可能な限り経過を観察することが望ましいと言えますが、その発生状況に応じて塩酸で洗浄することが必要になる場合があります。

塩酸による洗浄の手順は右記に示すとおりですが、洗浄は高温の晴天時に行うのが効果的です。例えば、冬季の低温時に洗浄しても、エフロレッセンスが再度発生する場合がありますので注意下さい。



10. まとめ

現状のコンクリート技術では、エフロレッセンスの発生を完全に防止する絶対的な方法が無いことから、前述した各種の方法を組み合わせることでエフロレッセンスの発生を出来るだけ少なくすることが肝要と言えます。

【参考文献】

- ① ing vol.3 1999年6月 小野田OLB会：白華はなぜ起きるのか？
- ② 小野田研究報告 第19巻 第70号 1967年 齊藤鶴義、石井四郎：セメント製品の白華について
- ③ 建築技術 1993年2月 鹿毛中継：エフロレッセンスとつらら状物質
- ④ セメント・コンクリート No.191 1963年 竹本國博、高橋秀夫、東海林正、牧田弘志：セメント製品の白華発生に関する基礎的研究
- ⑤ セメント・コンクリート No.281 1970年 河野俊夫、石井四郎、神保和己：セメントモルタルの初期白華防止剤に関する研究
- ⑥ セメント・コンクリート No.454 1984年 西純二、後藤孝治、酒井武：エフロレッセンスの防止方法に関する二、三の実験
- ⑦ 第47回セメント技術大会講演集 1993年 桜井宏、鮎田耕一、岡田包権、荒木敬大：コンクリートの白華発生に関する研究
- ⑧ 月刊建築仕上技術 1994年8月号 小俣一夫：エフロレッセンス発生メカニズムと対策
- ⑨ 月刊建築仕上技術 1994年8月号 浅谷一樹：浸透・反応型コンクリート保護剤によるエフロレッセンス防止技術 以上