コンクリートの品質と藻の付着

日大生産工　○湯　浅　　昇

1．はじめに

コンクリートは他の材料に比し、芸術の表現素材になり得ていない。また、コンクリートを素地とした緑化手法に関する研究は少なく、コンクリートと緑の融和が図れているとはいえないのが現状である。

コンクリートは、典型的な多孔材料として知られており、多くの細孔を有している。これらの細孔は nm の領域であり、その細孔壁は Ca2+ のために帯電し、外気と接する前は $Ca(OH)_2$ によりアルカリ性である。コンクリートの細孔は藻類の付着に有利と考えられる一方、藻類の多くはアルカリを嫌うためコンクリートがアルカリ性であることは藻類の生育に負の要因となる。

筆者らは、これまで、藻類をはじめとした植物がコンクリートに自然に付着・生育する実態を調査 [1]し、更に試験体の暴露により、水セメント比が大きい（細孔が粗い）ほど、藻が付着・生育しやすいことを示した [2]。

本報告は、水セメント比、高炉スラグ・フライアッシュの混和、日照の有無、直前の雨の有無が藻の付着・生育に及ぼす影響を試験体により検討した結果について報告するものである。

２．試験体の作製・設置

試験体は、普通ポルトランドセメントを使用した水セメント比 80%を標準試験体として、水セメント比（60、80、100%）を比較するシリーズ、高炉スラグ（0、50、70%）及びフライアッシュ（0、20、50%）で置換し置換率で比較するシリーズに従って、表-1 の調合に基づき、15×15×5cm のコンクリート平板をそれぞれ２試験体作製した。なお、15×15cm の暴露面がコンクリート打設時に側面となるように、15×5cm の一面を打設面にした。フレッシュ性状及び材齢 28 日の封かん強度を表-1 に併記し、材齢 7 日の暴露面の細孔径分布を図-1 に示す。

20℃で打設した試験体は、３日まで封かん養生し、その後材齢７日まで、20℃、R.H.60%の恒温恒湿室に静置した。

材齢７日の平成 20 年１月 24 日に、①日本大学生産工学部 32 号館北側に建物により日射が常に遮られ、かつ、自然の降雨があたる場所、②日本大学生産工学部 32 号館屋上（自然の日射・降雨有）に静置した。

３．藻の付着・生育状況の評価

暴露開始後、ほぼ一年経過した平成 21 年１月 14 日（その前一週間降雨はなかった）に暴露面の藻の付着・生育状況の評価を試みた。なお、評価は、自然の状況下での評価に加えて、散水後一時間経過時に評価した。

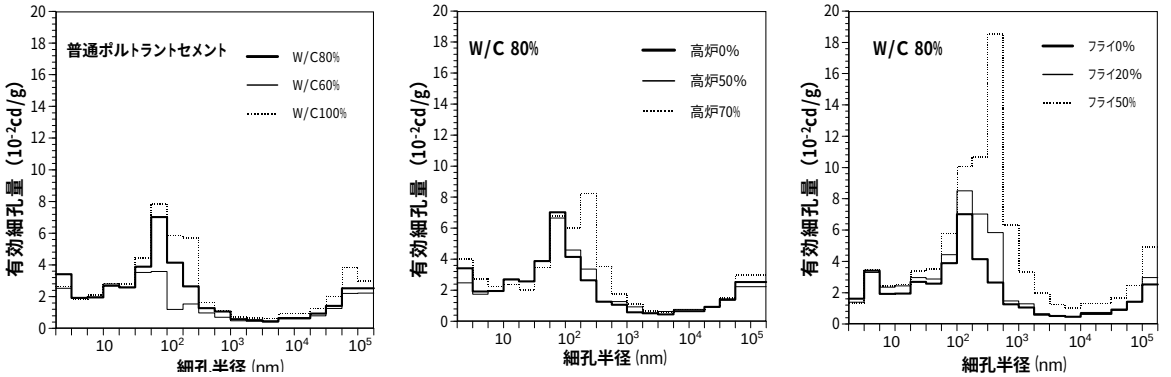
藻の付着･生育状況を定量的に把握するため、写真撮影、そして Adobe 社製の Photoshop ソフトを用いて画像解析による色の定量化を以下のように行った。

表-1 コンクリートの調合と性状

W/C (%)	単位水量 (kg/m3)	重量 (kg/m3)			重量 (kg/m3)		化学混和材 (cc/m3)		空気量 (%)	スランプ (cm)	練り温度 (℃)	圧縮強度 (材齢28日) (N/mm2)
		セメント	細骨材	粗骨材	高炉スラグ	フライアッシュ	AE減水剤 No.70	空気量調整剤 303A (100倍希釈液)				
100	194	194	920	926	－	－	485	1940	2.7	17.5	17.0	15.8
80	185	231	865	976	－	－	578	2310	3.0	18.0	17.5	24.6
60	185	308	833	939	－	－	770	3080	3.0	18.0	17.5	24.6
80	183	114	854	964	114.0	－	570	2280	2.0	18.5	17.0	24.5
80	179	67	856	965	157.0	－	560	2240	1.8	18.2	16.6	20.0
80	179	179	868	980	－	45.0	560	2240	1.1	17.4	17.0	22.4
80	171	107	871	983	－	107.0	535	2140	0.8	17.7	16.9	11.1

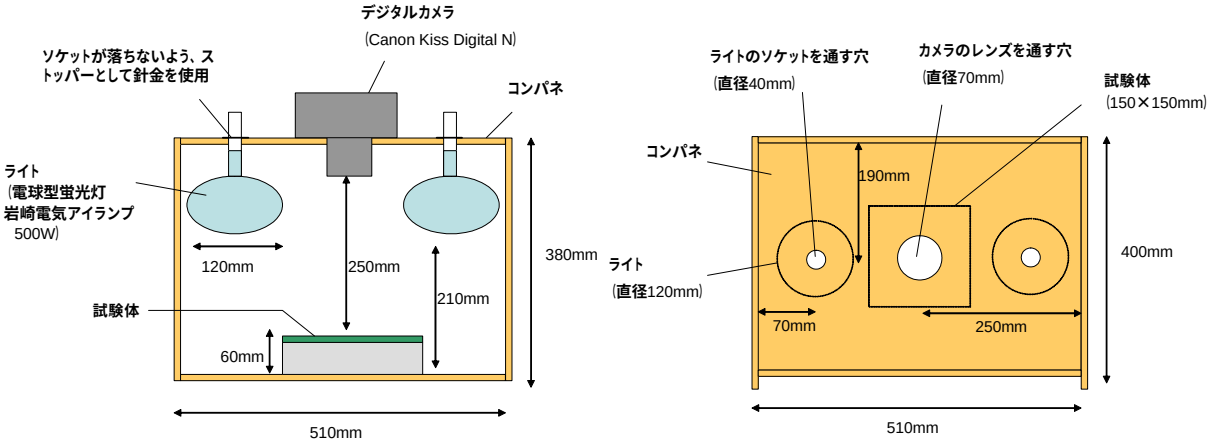
Influence of concrete qualities on the adhesion of algae over the concrete

Noboru YUASA



(a)水セメント比の違い　(b)高炉スラグ置換率の違い　(c)フライアッシュ置換率の違い

図-1　各コンクリートの細孔径分布



(a)断面図　(b)伏せ図

図-2　撮影装置

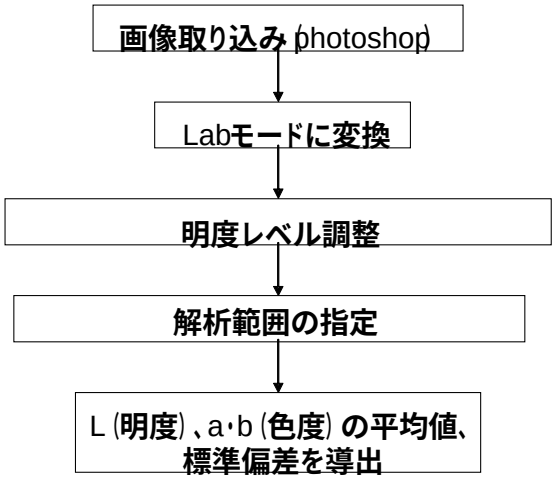


図-3　画像解析の流れ

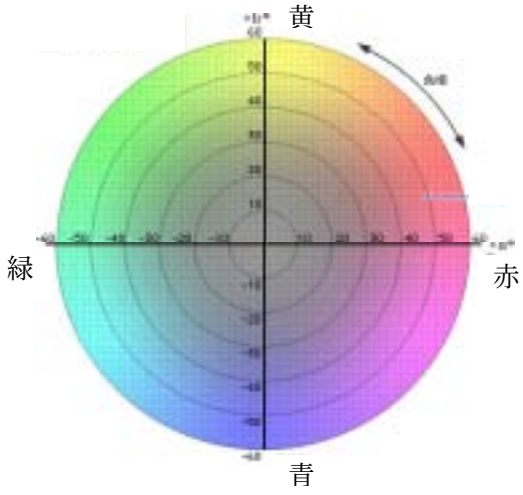


図-4　L*a*b*表色系

(1)撮影

時間帯や気象に影響されず測定条件を一定とするため、図-2 に示す撮影装置を用いて、デジタル一眼レフカメラ Canon Kiss Digital N、レンズ Canon Zoom Lens EF-S (18-55mm、1:3.5-5.6) により、試験体暴露面を撮影した。解像度は、72×72dpi である。

ライトには、電球型蛍光灯（500W、岩崎電気アイランプ）を用い、測定面の照度は 10000～10700Lx であった。撮影モードは、ISO200、シャッター速度は 1/100 秒、絞り値 6.3、ホワイトバランスは蛍光灯とした。

W/C60%　　W/C80%　　W/C100%

写真-1　藻の付着・生育（水セメント比別）

高炉ｽﾗｸﾞ 0%　高炉ｽﾗｸﾞ 50%　高炉ｽﾗｸﾞ 70%

写真-2　藻の付着・生育（高炉スラグ置換率別）

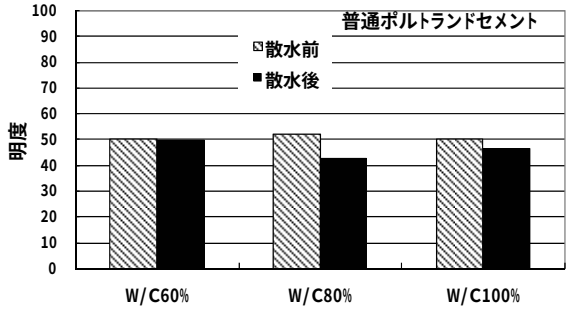


図-5　明度（水セメント比別）

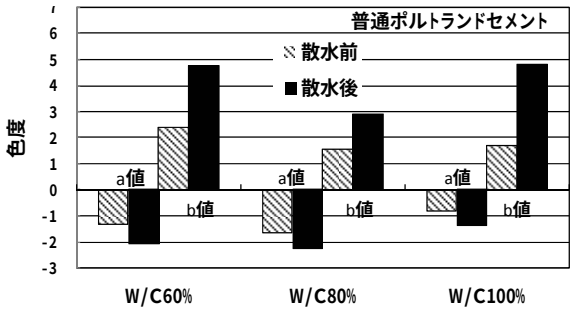


図-6　色度（水セメント比別）

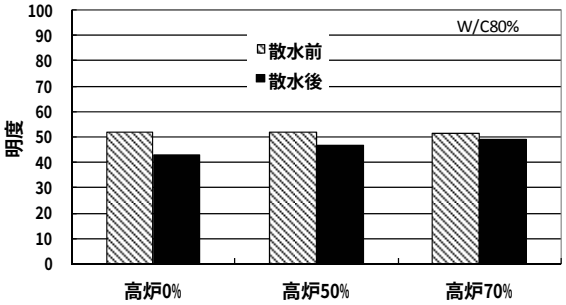


図-7　明度（高炉スラグ置換率別）

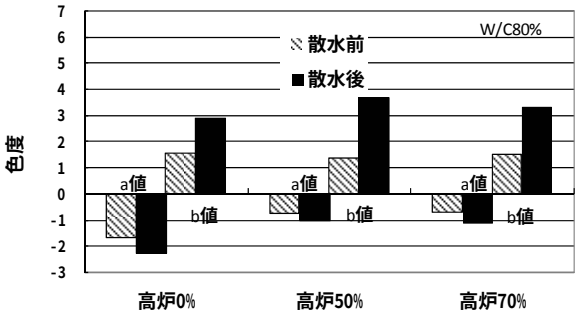


図-8　色度（高炉スラグ置換率別）

(2)色の評価

撮影した暴露面の藻の画像について、adobe 社 画像解析ソフト Photoshop を用いて、図-3 に示す流れに従い、色を L*a*b*表色系の数値で数値化した。明度を示す L 値は、黒：０～100：白、色度を示す a 値は、緑：-60～+60：赤、b 値は、青：-60～+60：黄である（図-4）。L*a*b*表色系では、まずは a 値により、－（マイナス）が進めば進むほど、藻の生育状態がいいと評価したい。

４．結果及び考察

結果は、２試験体から得られた L、ａ、ｂ値を平均して評価した。

(1)水セメント比による相違

写真-1 は、散水後における水セメント比と藻の付着・生育状況、図-5、図-6 は、それぞれ明度、ａ値・ｂ値と水セメント比の関係を示している。

散水によって、目視で明確に藻に活性がみられ、L*a*b*表色系では、明度は若干小さくなり、ａ値は若干小さくなり、ｂ値は a 値の変化量よりは大きくプラス側に進むことがわかった。水セメント比による影響を、目視及び色の指標から検討すると、本観察では、水セメント比が 60%、80%の試験体は、水セメント比 100%の試験体より付着・生育状態がよかった。水セメント比 40、60、80%で検討した昨年度の結果 [2] では、水セメント比の大きいほど、付着・生育状態はよかったが、必ずしもこのことがいえないことがわかった。

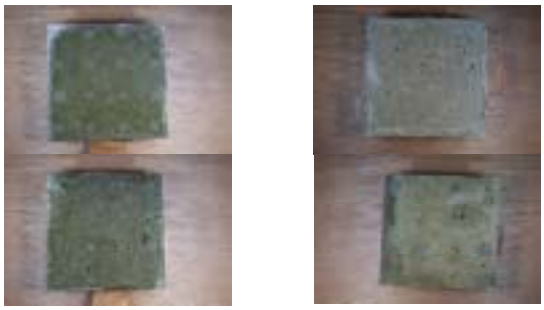
(2)高炉スラグ置換率による相違

写真-2 は、散水後における高炉スラグの置換率と藻の付着・生育状況、図-7、図-8 は、それぞれ明度、ａ値・ｂ値と高炉スラグの置換率の関係を示している。

高炉スラグの置換によりアルカリ度が低下することを期待して、置換率の影響をみたが、置換率 50%と 70%の差はなく、むしろ普通ポルトランドセメントの方が付着・生育状況が良好で

フライアッシュ 0%　フライアッシュ 20%　フライアッシュ 50%

写真-3　藻の付着・生育（フライアッシュ置換率別）



日陰　日向

写真-4　藻の付着・生育（日射の有無の影響）

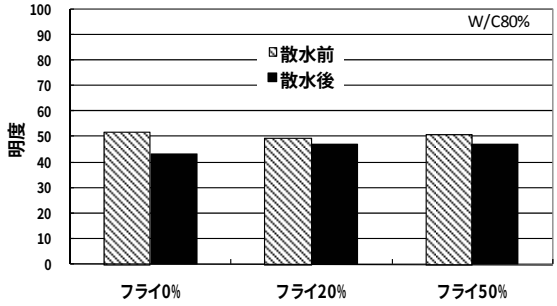


図-10　明度（日射の有無の影響）

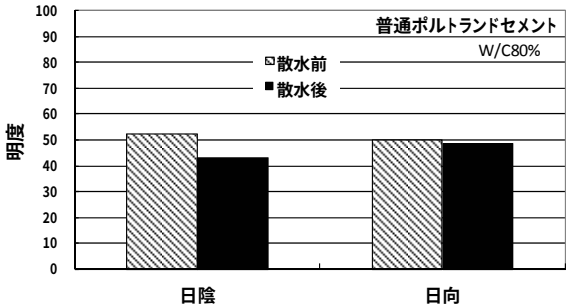


図-11　明度（日射の有無の影響）

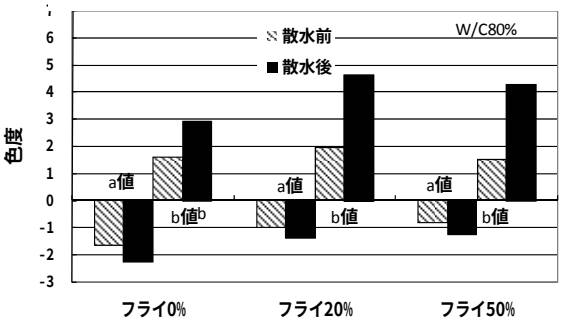


図-11　色度（フライアッシュ置換率別）

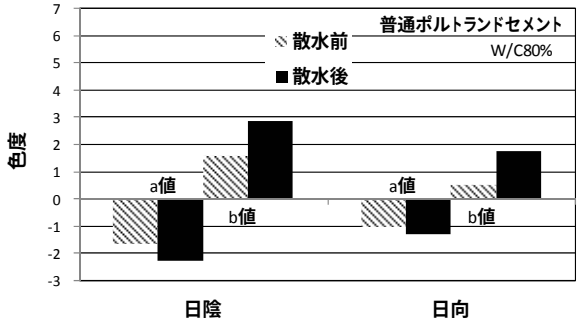


図-12　色度（日射の有無の影響）

あった。この結果は、コンクリートの製造の段階で、アルカリ度を下げておかなくても通常のコンクリートでは、材齢の早い段階でその表層は中性化するからだと思われる。

(3)フライアッシュ置換率による相違

写真-3 は、散水後におけるフライアッシュの置換率と藻の付着・生育状況、図-9、図-10 は、それぞれ明度、ａ値・ｂ値とフライアッシュの置換率の関係を示している。

高炉スラグ同様、フライアッシュの置換によりアルカリ度が低下することを期待して、置換率の影響をみたが､置換率 20%と 50%の差はなく、むしろ普通ポルトランドセメントの方が付着・生育状況が良好であった。

(4)日射の有無による相違

写真-4 は、日射の有無の相違について、散水後における藻の付着・生育状況、図-11、図-12 は、それぞれ明度、ａ値・ｂ値と日射の有無の関係を示している。

日陰の方が日向より明らかに付着・生育状況が良好であった。

５．まとめ

検討した結果は、下記の通りである。

(1)本観察の範囲では、コンクリートの藻の付着・生育に良好な水セメント比は、60～80%程度と考えられ、必ずしも組織の粗いコンクリートほど付着・生育が良いとは限らない。

(2)高炉スラグ及びフライアッシュの置換はアルカリ度の低下という点で付着・生育に適すると考えたが、むしろ置換しない方が付着・生育が良かった。

(3)散水により短時間で藻類に活性がみられた。

(4)日射を受けない場所の藻の付着・生育は、明らかに日射を受ける場所に比し良好である。

【参考文献】

1) 円井基史・湯浅昇・梅干野晃：人工被覆面に付着・生育する苔植物の実態調査、日本建築学会大会学術講演集 A-1、pp.649-650、2007.8

2) 円井基史・湯浅昇：水セメント比の違いが植物のコンクリートのへの付着に及ぼす影響、日本建築学会大会学術講演集 A-1、pp.573-574、2008.9