

論 文

[1008] 有機系着色剤を用いた着色セメントの製法

正会員○島田直樹（東京ガス フロンティアテクノロジー研究所）

正会員 荒木敏成（東京ガス フロンティアテクノロジー研究所）

横井誠一（東京ガス フロンティアテクノロジー研究所）

1. まえがき

最近、環境の美化やアメニティがさかんにいわれているが、欧米においては、無着色のコンクリートは単なる素材にすぎず、その置かれる環境にマッチした色を付けることにより、初めてコンクリート製品の使用価値が出て来るという考え方がある。つまり着色剤はコンクリート製品、特に二次製品にとって、商品構成のための重要な要素となっている〔1〕。

コンクリート用着色剤として要求される性質は、コンクリートの物性を著しく低下させないという基本条件のほかに、耐薬品性、耐候性、耐熱性、高分散性、経済性があげられる。以上の事柄を満たす顔料として、様々な有機・無機の顔料が提案されている。しかしながらこれらの顔料はセメント内での分散性が低いために色調が鮮明でなく、比較的多量に使用しなければならない。また顔料の均一な分散を得るために、念入りにセメントベーストと混合することが不可欠の工程になる。従って顔料の分散性を高めることができれば、少量の添加で良い発色が得られ、セメントベーストとの混合の工程が簡略化できることが予想される。

そこで本研究では、混和剤などに使用されている界面活性剤の高分散性に着目した。色素に疎水性原子団を有する置換基を導入させて、界面活性着色剤を形成させ、これを使ってセメントに着色する着色セメントの製法について検討した。また、その着色セメントの発色強さの検討、及びこの着色セメントに水を添加してセメントに水和反応を起こさせたときの養生効果の影響についても検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

用いられる有機系色素としては、疎水性原子団を有する置換基を導入することにより、界面活性剤としての機能を発現する色素化合物であれば、特に制限はないが、界面活性着色剤を形成しうる有機系色素としては、アゾ系、フタロシアニン系、金属錯塩、トリフェニルメタン系、キナ

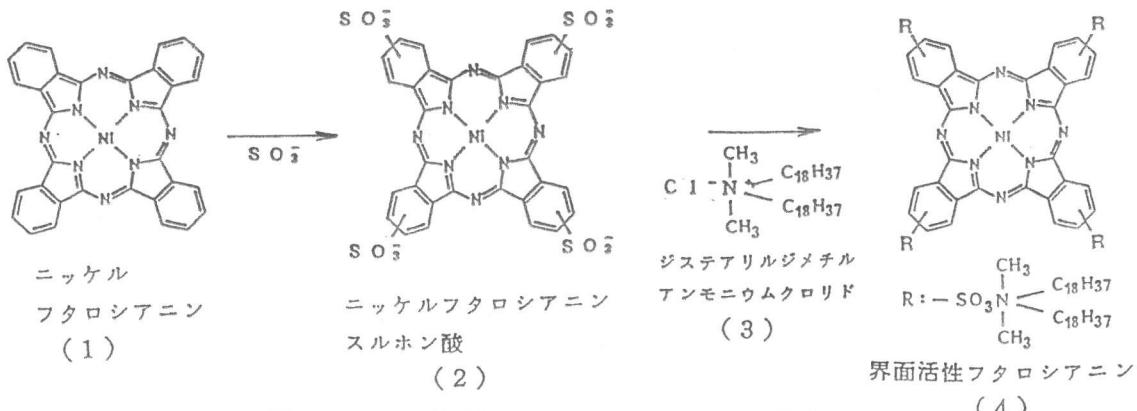


図-1 界面活性フタロシアニンの合成経路

クリドン系、ペリレン系、イソインドリノン系、ジオキサジン系、キノフタロン系などがあげられる。この中で、フタロシアニンは青から緑系統の発色を有する、耐光性、耐薬品性に優れた高級有機顔料である〔2〕。これに界面活性剤としての性質を付与して、セメントの着色剤として用いた。この界面活性フタロシアニンの合成経路は図1に示す通りである。ワイラー法またはフタロニトリル法で合成されたニッケルフタロシアニン(1)に、発煙硫酸を作用させ、ニッケルフタロシアニンスルホン酸(2)とした後、(2)に疎水性原子團を有するジステアリルジメチルアンモニウムクロリド(3)を作用させ、界面活性フタロシアニン(4)を得るというものである。図2に示したように合成したフタロシアニンは、親水性の部位と疎水性(親油性)の部位とをあわせてもつものである。

使用したセメントは、白色ポルトランドセメント 比重 3.04、比表面積 $3,870 \text{ cm}^2/\text{g}$ のものである。

界面活性フタロシアニンを分散させ、セメントを着色するために揮発性の有機溶媒をいくつか用いた。

2. 2 界面活性フタロシアニンを用いた着色セメントの製法

界面活性フタロシアニンを揮発性溶媒に溶解し、この溶液中に白色ポルトランドセメントを混入し、溶液とセメントが均一になるまで攪拌した。その後、溶媒を完全に揮発除去して着色セメントを得た(図3)。

2. 3 検討項目

(1) 着色セメントの製法の検討

セメント粒子に悪影響を与えることなく、界面活性フタロシアニンの溶解度が高く、揮発性の良い溶媒の選択、及び着色セメント製造条件の最適化を行った。

(2) 着色モルタルの発色強さ

界面活性フタロシアニンの添加量別による着色強度を調べる目的で、水と練り混ぜ硬化させた着色モルタルの可視光域の反射スペクトルを分光光

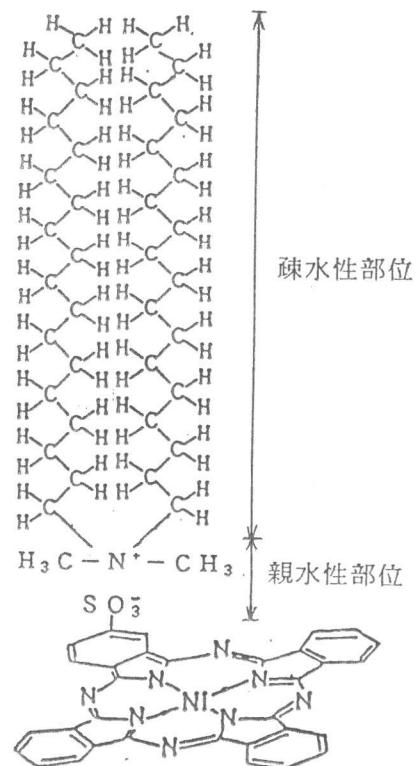


図-2 界面活性フタロシアニン

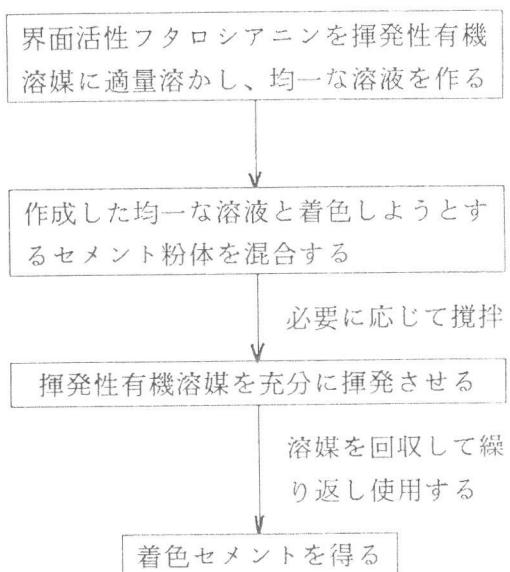


図-3 着色セメントの製造工程

度計（積分球式）を使って測定した。

(3) 養生効果による影響

着色セメントに水と混練りして硬化させた着色モルタルの養生中におけるセメント粒子内の色素の安定性を調べる目的で、着色モルタルを7日間水中養生したのち7日間気中養生を行った。これにより、色素が水中に溶け出し脱色する事がないか、また、アルカリによる色素の分解・脱色がないかどうかを、目視及び分光光度計による反射スペクトルを測定して検討を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 着色セメントの製法

アルコール、クロロホルム、ベンゼン、シンナーなど、いくつかの溶媒に界面活性フタロシアニンの溶解を試みた。溶媒としては揮発性及び溶解性などの面からクロロホルムが特に適していた。界面活性フタロシアニン 0.01~0.5 重量%を、600cc 以上のクロロホルムに溶解させた溶液中に、白色ポルトランドセメント 1kg を混入、攪はん混合後、クロロホルムを完全に揮発させた。これによって得られた着色セメントは明緑色に発色した。

3. 2 界面活性フタロシアニンの添加量と発色強度の関係

界面活性フタロシアニンの添加量がセメントの重量に対して、0.01%程度の微量でも、均一にセメントが発色した。水と練り混ぜ硬化させた着色モルタルの発色強度は、図4に示す着色剤の添加量を変えた場合の反射スペクトルからもわかるように、添加量の増加につれて反射スペクトルのピークが鋭くなり、また吸収も大きくなっている。これより発色強度は、界面活性フタロシアニンの添加量が0.3 重量%程度までは急激に増加し、0.5 重量%程度の添加量で飽和することがわかった。着色剤として市販されているフタロシアニン顔料(1) 0.5 重量%を添加し、常法により製造した着色モルタルの反射スペクトル図5と、界面活性フタロシアニンを0.5%添加したものと比較してみると、明らかに界面活性フタロシアニンを着色剤としたもののほうが反射スペクトルのピーク強度が強く鋭いことから、発色が強く鮮明であるといえる。

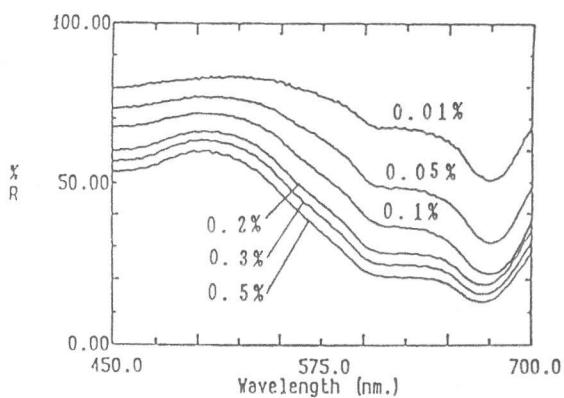


図-4 界面活性フタロシアニンを用いた着色モルタルの反射スペクトル

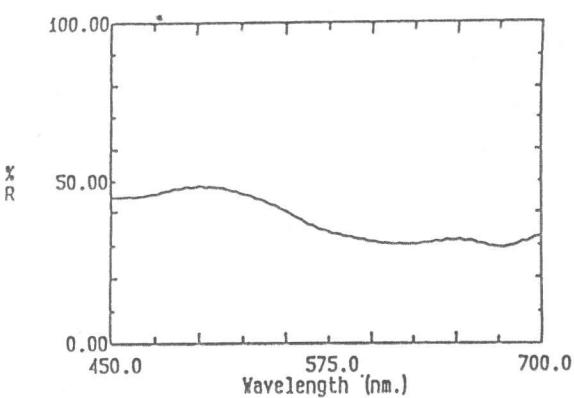


図-5 フタロシアニン顔料を用いた着色モルタルの反射スペクトル

従来の着色剤を用いる方法では、顔料粒子がセメント粒子間に凝集して存在し、顔料の添加量は3重量%程度が適量といわれている。しかしながら以上の結果から、界面活性フタロシアニンはセメント粉末の有機溶剤スラリー中で、液-固界面にて高分散し、界面活性フタロシアニンが

親水性であるセメント粒子に吸着し、疎水性部位を外にむけて薄膜状に覆う。この分散性が0.01重量%程度の少量の添加量で、均一かつ適切な強度の発色を実現する原因と考えられる。

3.3 着色モルタルの養生による影響

着色モルタルを7日間水中養生した後、7日間気中養生したもの反射スペクトルを測定したことろ、養生前の着色セメントの反射スペクトルと変化がなく、見た目もまったく変化はみられなかった。このことから、耐水性及び耐薬品性（アルカリ）に優れていることがわかる。

これはフタロシアニン顔料（1）はもともと耐薬品性に優れている。また界面活性フタロシアニンはセメント粒子に疎水性部位を外にむけて結合し発色していることから、水に不溶なものになり、さらに耐水性をより強固なものにしていると考えられる。

4.まとめ

以上に示した実験結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 疎水性置換基を導入したフタロシアニン化合物は、従来の着色剤と異なり、界面活性剤として作用し、揮発性溶媒に可溶であり、効率よくセメント粒子に分散、吸着し、着色することが出来た。
- (2) 着色モルタルの発色性は高く、界面活性フタロシアニンの添加量が0.01重量%程度の微量でも均一に発色した。
- (3) 作製した着色モルタル中の着色剤は、耐水性、耐薬品性（アルカリ）に優れており、脱色はみられなかった。

参考文献

- 1) 中川 公一著：新コンクリート用混和材料、シーエムシー、P118～124、1988
- 2) 高機能性色素とその応用、化学工業社、1986

その他 参考文献

- 3) 西 久夫著：色素の化学、共立出版、1987
- 4) 入山 啓治著：LB膜の分子デザイン、日本表面化学会、
- 5) 西村 昭・藤井 学著：土木材料、森北出版、1984
- 6) 岸本 進著：コンクリート工学の基礎、理工図書、1984
- 7) 平井 敏夫著：色をはかる、日本規格協会、1989