

論文

[1093] 多機能性はく離剤によるコンクリート表層部の改質

正会員 大濱嘉彦 (日本大学建築学科)

正会員 ○ 出村克宣 (日本大学建築学科)

1. はじめに

コンクリート及びモルタルの防水性並びに、塩化物イオン浸透及び中性化に対する抵抗性を改善するための混和剤として、アルキルアルコキシシランやアミノアルコール誘導体の利用が試みられ、これらを混和して用いることによって、コンクリート及びモルタルの強度発現に影響を及ぼすことなく、それらの耐久性が相当に向上することが報告されている[1]。そこで、このような化合物を何らかの方法で、コンクリート打込みと同時にその表層部に含浸することができれば、耐久性に優れたコンクリートが容易に製造できるものとする。そのような観点から、著者らは、これまで、シリコン化合物を鋼製型枠用はく離剤として使用することを試み、その使用によって、コンクリート表層部の改質が可能であることを明らかにしている[2]。

本研究では、コンクリート用多機能性はく離剤開発の基礎研究として、シリコン化合物を主成分として調製した多機能性はく離剤をコンクリート型枠用合板に塗布し、モルタル成形時に、その表層部の改質を試みる。成形したモルタルの吸水、塩化物イオン浸透及び中性化試験を行い、多機能性はく離剤によるモルタル表層部の改質効果を検討する。

2. 使用材料

2.1 セメント及び骨材

セメントとしては、普通ポルトランドセメントを、骨材としては、豊浦標準砂を使用した。

2.2 多機能性はく離剤調製用原料

多機能性はく離剤調製用原料としては、JIS K 2201(工業用潤滑油粘度分類)に規定される#45、#150及び#450のマシン油(略称; Oil), シリコン化合物としてのシリコン油(略称; SO) 及びアルキルアルコキシシラン(略称; AAS) 並びに、アミノアルコール誘導体(AM)を使用した。

3. 試験方法

3.1 供試体の作製

表-1に示す配合で調製した多機能性はく離剤を、日本農林規格に規定されるコンクリート型枠用合板(寸法、40x160x12mm)に、塗布量80, 100及び120g/m<sup>2</sup>で塗布し、寸法40x40x160mmの鋼製型枠の1側面に取り付けた。その後、JIS A 5201(セメントの物理試験方法)に準じて、セメント:標準砂=1:3(重量比)、水セメント比76%及びフロー値171のモルタルを練り混ぜ、多機能性はく離剤塗布

表-1 多機能性はく離剤の配合(重量比)

	Oil		SO or AAS	AM
	#150	#460		
-	100	-	-	-
-	-	-	100	-
50	-	-	50	-
-	25	-	75	-
-	50	-	50	-
-	-	50	50	-
-	-	-	75	25
-	-	-	50	50

合板を取り付けた型枠内に打込み、成形した。モルタルの成形は二層打ちとし、各層、外部振動機を用いて、振動数9000rpmで10秒間締固めた。成形後、2日湿空(20℃, 80%R. H.)養生して脱型し、更に、5日間乾燥(20℃, 50% R. H.)養生して供試体とした。なお、多機能性はく離剤のうち、シリコ

ン油を主成分とするものについては、同一配合のものを塗布量100g/m<sup>2</sup>で塗布して一度使用したコンクリート型枠用合板を再度用いた供試体も作製し、シリコン化合物の浸透深さを測定した。

### 3.2 シリコン化合物の浸透深さの測定

養生材令7日の供試体を四分割してから、その断面に水を噴霧し、コンクリート型枠用合板に接していた面から、はっ水した部分の深さをシリコン化合物の浸透深さとし、各断面3箇所計9箇所について、ノギスを用いて測定し、それらの平均値を求めた。

### 3.3 吸水試験

養生材令7日の供試体について、コンクリート型枠用合板に接していなかった5面をエポキシ樹脂塗料でシールした後、JIS A 6203(セメント混和用ポリマーディスパージョン)に準じて、20℃の水中に7日間浸せきして、吸水試験を行い、吸水率を求めた。

### 3.4 塩化物イオン浸透試験

養生材令7日の供試体について、コンクリート型枠用合板に接していなかった5面をエポキシ樹脂塗料でシールした後、2.5%塩化ナトリウム溶液中(20℃)に7日間浸せきして、塩化物イオン浸透試験を行った。浸せき後の供試体を四分割してから、UNI 7928 (Concrete-Determination of the Ion Chloride Penetration)に準じて、コンクリート型枠用合板に接していた面からの塩化物イオン浸透深さを各断面3箇所計9箇所について、ノギスを用いて測定し、それらの平均値を求めた。

### 3.5 促進中性化試験

養生材令7日の供試体について、コンクリート型枠用合板に接していなかった5面をエポキシ樹脂塗料でシールした後、促進中性化試験装置(30℃, 60%R. H., CO<sub>2</sub>濃度5%)内に7日間静置して、促進中性化試験を行った。中性化後の供試体を四分割してから、その断面にフェノールフタレインの1%アルコール溶液を噴霧し、コンクリート型枠用合板に接していた面からの中性化深さを各断面3箇所計9箇所について、ノギスを用いて測定し、それらの平均値を求めた。

## 4. 試験結果及び考察

図-1には、多機能性はく離剤中のシリコン化合物のモルタル表層部への浸透深さを示す。S0のみを多機能性はく離剤として使用した場合、1.4-1.6mmの浸透深さが得られ、その塗布量の増加に伴い、浸透深さが若干増大する。しかしながら、他の多機能性はく離剤

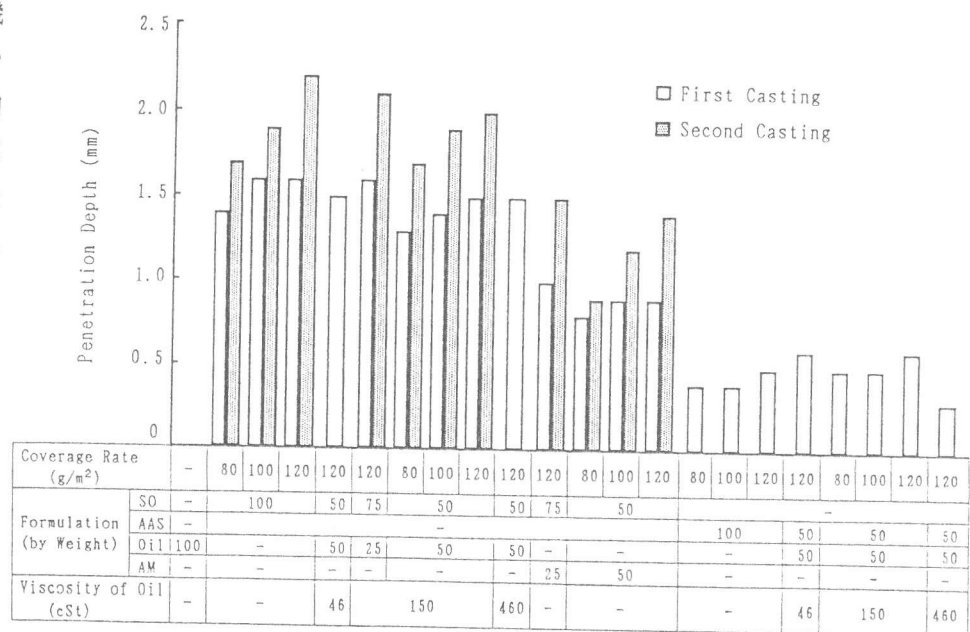


図-1 多機能性はく離剤中のシリコン化合物の浸透深さ

を使用した場合でも、塗布量80-120g/m<sup>2</sup>の範囲において増加する浸透深さは0.2mm程度である。その粘度にかかわらず、SOにOilを混合して調製した多機能性はく離剤を使用した場合のシリコン化合物の浸透深さは、1.3-1.6mmである。又、多機能性はく離剤中のSOの量が多いもの程、シリコン化合物の浸透深さが若干大きい。これらの多機能性はく離剤に比べれば、その他の多機能性はく離剤中のシリコン化合物の浸透深さは小さく、SOとAMを混合して調製した多機能性はく離剤のシリコン化合物の浸透深さは0.8-1.0mm、AASのみ又は、AASとOilを混合して調製したその浸透深さは0.3-0.6mmである。一方、一度使用したコンクリート型枠用合板を再使用した場合には、いずれの多機能性はく離剤を使用しても、1回目の使用時のそれに比べて、モルタル表層部へのシリコン化合物の浸透深さが0.5mm程度増大する。これは、未使用のコンクリート型枠用合板を用いた場合には、多機能性はく離剤が吸着されやすいが、再使用時には、その吸着量が減少するためと推察される。上述のように、シリコン化合物を主成分とする多機能性はく離剤をコンクリート型枠用合板に塗布して使用することにより、モルタルの打込みと同時に、その表層部には水性を付与することができる。しかしながら、シリコン化合物の浸透の程度は、その種類によって異なると共に、多機能性はく離剤の塗布量及びその中のシリコン化合物量によって若干異なる。又、新しいコンクリート型枠用合板の使用に当たっては、一度、多機能性はく離剤を塗布して下地処理を行うなどの操作により、シリコン化合物の浸透深さを増大できるものと推察される。

図-2には、多機能性はく離剤を塗布したコンクリート型枠用合板を使用して成形したモルタルの水中浸せき7日後の吸水率を示す。Oilのみをはく離剤として使用したモルタルの吸水率が9.6%であるのに比べ、SOのみを多機能性はく離剤として使用したモルタルの吸水率はその1/2以下であり、コンクリート型枠用合板への塗布量の増加に伴って吸水率は減少する傾向にある。これは、モルタル表層部に浸透したSOのは水性に起因するものと考えられる。そのため、SOにOilを混合して調製した多機能性はく離剤を使用した場合には、はく離剤中のSO量が減少することに起因して、その塗布量にかかわらず、モルタルの吸水率は若干増大し、5-6%となる。一方、SOとAMを混合して調製した多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルの吸水率は約3.5%であり、SOのみを多機能性はく離剤としたもの比べて、その浸透深さは浅いにもかかわらず、ほぼ同様の吸水率である。

図-3には、多機能性はく離剤を塗布し

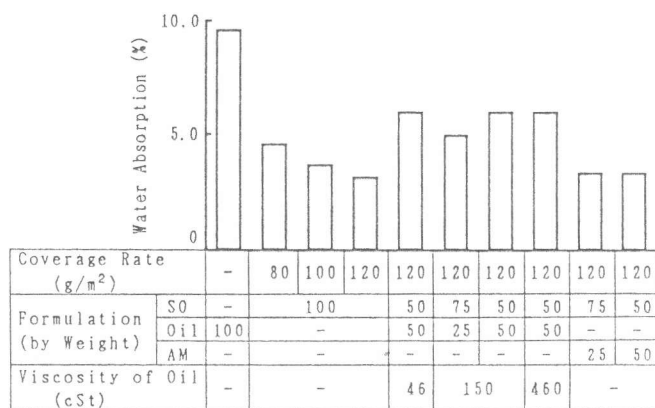


図-2 多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルの吸水率

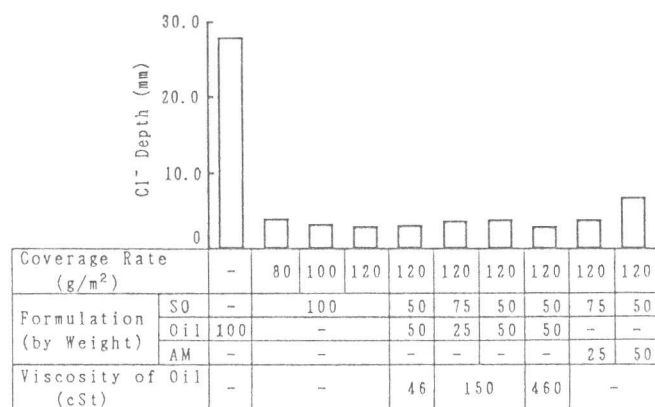


図-3 多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルの塩化物イオン浸透深さ

たコンクリート型枠用合板を使用して成形したモルタルの2.5%塩化ナトリウム溶液に7日間浸せき後の塩化物イオン浸透深さを示す。Oilのみをはく離剤として使用したモルタルの塩化物イオン浸透深さは28mmである。それに比べて、多機能性はく離剤を使用したモルタルの塩化物イオン浸透深さは著しく小さく、一部のものを除けば、3-4mmである。このように、塩化物イオン浸透に対する抵抗性に優れるのは、吸水における場合と同様、モルタル表層部に浸透したシリコン化合物のはっ水性に起因するものと考えられる。又、一般に、AMをモルタル及びコンクリートに添加した場合、モルタル及びコンクリート中に拡散する塩化物イオン及び二酸化炭素を吸着するといわれる[1]。しかしながら、本研究の限りでは、SOとAMを併用しても、塩化物イオンの浸透抑制効果については、AMを併用しない多機能性はく離剤に対する有意性は認められない。

図-4には、多機能性はく離剤を塗布したコンクリート型枠用合板を使用して成形したモルタルの中性化深さを示す。SOとAMを混合して調製した多機能性はく離剤を使用したモルタルを除けば、いずれの多機能性はく離剤を使用したモルタルの中性化深さとも17.0-18.0mmであり、Oilのみをはく離剤としたモルタルとほぼ同様の値である。しかし、SOとAMを混合して調製した多機能性はく離剤を使用したモルタルの中性化深さはその約1/2であり、モルタルの中性化に対する抵抗性が相当に改善される。AMを添加した多機能性はく離剤を使用することにより、モルタルの中性化に対する抵抗性が改善されるのは、上述したように、AMの二酸化炭素吸着能に起因するものと考えられ、シリコン化合物ばかりでなく、AMもモルタル表層部に浸透していることを示唆するものである。

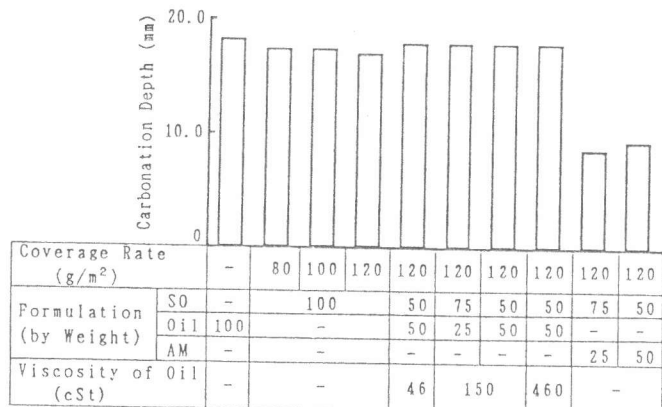


図-4 多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルの中性化深さ

### 5. 総括

以上の試験結果から推察すれば、シリコン化合物を主成分とする多機能性はく離剤を使用することによって、モルタル及びコンクリート打込み時に、それらの表層部には水層が形成されると共に、吸水及び塩化物イオン浸透に対する抵抗性を有する表層部が得られる。又、アミノアルコール誘導体を併用した多機能性はく離剤の使用により、それらの表層部には、中性化に対する抵抗性を付与することが可能である。なお、多機能性はく離剤塗布後からモルタル及びコンクリート打込みまでの期間がその性能に及ぼす影響、大型部材製造時の効果などについては、今後、更に検討を要するものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) Ohama, Y., et al., :Development of Admixtures for Highly Durable Concrete, Proceedings of the Third International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, Publication SP-119, American Concrete Institute, Detroit, pp. 321-342, 1989
- 2) 出村克宣, 大濱嘉彦:多機能性離型剤の開発, コンクリート工学年次論文報告集, V. 11, No. 1, pp. 695-698, June 1989