

論文

[1169] 多機能性はく離剤の有効性と塗布後の経過時間の関係

正会員 大濱嘉彦 (日本大学工学部)

正会員 ○ 出村克宣 (日本大学工学部)

正会員 三宅雅之 (日本大学大学院)

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート構造物の早期劣化が問題視され、種々の耐久性改善策が検討されている。特に、その耐久性は、コンクリートの表層構造と密接な関係がある。著者らは、これまで、シリコン化合物及びアミノアルコール誘導体を主成分とする多機能性はく離剤を鋼製型枠及びコンクリート用合板に塗布した後にモルタルを打込んだ場合、これらの成分が浸透し、モルタル表層部を改質することを明らかにしている[1], [2]。

本研究では、多機能性はく離剤の実用化を目的として、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がモルタルの硬化性状に及ぼす影響を検討すると共に、鋼製型枠に多機能性はく離剤を塗布した後の経過時間が、その性能に及ぼす影響を検討している。

2. 使用材料

2.1 セメント及び細骨材

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

2.2 はく離剤

シリコン化合物としてのシリコン油 (略称; SO) 及びアミノアルコール誘導体 (略称; AM) を用いて、SO:AM=100:0, 75:25及び50:50 (重量比) の混合比でよくかきまぜて多機能性はく離剤を調製して用いた。又、比較のため、JIS K 2001 (工業用潤滑油粘度分類) に規定されるISO VG 150のマシン油 (略称; Oil) をはく離剤として使用した。

3. 試験方法

3.1 供試体の作製

はく離剤として、多機能性はく離剤及びOilを用いて、次の手順で供試体を作製した。鋼製型枠(40×40×160mm)の底面に、多機能性はく離剤及びOilを塗布量 30g/m²で塗布した後、20℃、50%R.H.の条件下に0, 1, 3及び7日間静置し、JIS R 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77%及びフロー値167のモルタルを練り混ぜて、型枠に打込み、成形した。モルタルの成形は二層打ちとし、各層、突き棒を用いて15回ずつ突き、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日乾燥(20℃、50%R.H.)養生して供試体とした。なお、吸水、塩化物イオン浸透及び中性化試験用供試体については、鋼製型枠底面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、各試験に供した。

3.2 硬化性試験

JIS R 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77%の調合に、多機能性はく離剤を、セメントに対してそれぞれ0, 3, 5及び10%添加

し、モルタルを調製した。その後、日本コンクリート工学協会のポリマーセメントモルタルの試験方法規準（案）の「ポリマーセメントモルタルの硬化性試験方法」（案）に準じて、試験室内（20℃，80％R.H.）で、調製直後の供試モルタルを容器に詰め、ビガー針装置を用いて、φ1mm針を針入させ、水を加えた時点からφ1mm針が針入しなくなるまでの時間をφ1mm針硬化時間として測定した。

3.3 シリコン化合物浸透深さの測定

多機能性はく離剤及びOilを用いて作製した養生材令7日の供試体を四分割してから、その断面に水を噴霧し、鋼製型枠の底面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。

3.4 吸水試験

多機能性はく離剤及びOilを用いて作製した養生材令7日の供試体について、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。

3.5 塩化物イオン浸透試験

多機能性はく離剤及びOilを用いて作製した養生材令7日の供試体について、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、鋼製型枠の底面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。

3.6 促進中性化試験

多機能性はく離剤及びOilを用いて作製した養生材令7日の供試体について、促進中性化試験装置（30℃，60％R.H.，CO₂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、鋼製型枠の底面に接していた面からの中性化深さを、塩化物イオン浸透試験と同様の箇所について、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、多機能性はく離剤を混入したモルタルの硬化性状を示す。一般に、多機能性はく離剤をモルタルに混入すると、その硬化時間は遅くなる傾向にある。しかしながら、多機能性はく離剤添加率3％におけるモルタルの硬化時間は、普通セメントモルタルのそれと同程度である。更に、普通セメントモルタルの硬化時間8時間と比べて、多機能性はく離剤添加率5％としたモルタルの硬化時間は9時間、10％のそれは10時間であり、その遅延時間はわずかである。又、多機能性はく離剤の添加率にかかわらず、多機能性はく離剤を混入したモルタルの硬

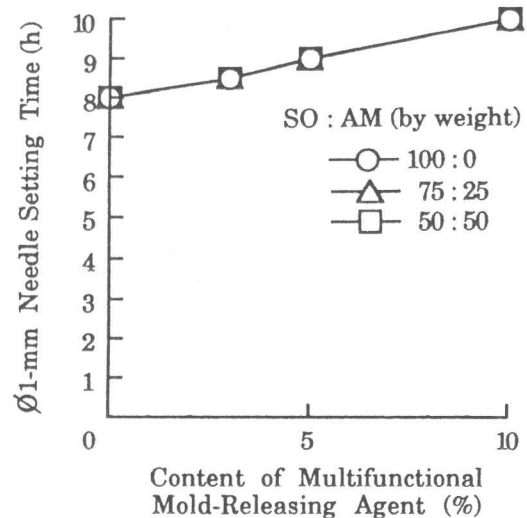


図-1 多機能性はく離剤混入モルタルの硬化性状

化に及ぼすSOとAMの混合比の影響はほとんど認められない。

図-2には、多機能性はく離剤及びOilを塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後にモルタルを打込んで成形した場合の多機能性はく離剤中のシリコン化合物(SO)のモルタル表層部への浸透深さを示す。SOとAMの混合比にかかわらず、鋼製型枠に多機能性はく離剤を塗布した場合には、塗布後7日間静置した後に使用した場合でも、モルタル表層部へのシリコン化合物浸透深さは、多機能性はく離剤塗布直後にモルタルを打込んだ場合のそれとほとんど変わらない。しかし、多機能性はく離剤中のSO量が多いもの程、シリコン化合物浸透深さは大きくなり、SOのみを多機能性はく離剤として使用した場合のシリコン化合物浸透深さは約2mmである。

図-3には、多機能性はく離剤及びOilを塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで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をはく離剤として使用したモルタルの水中浸せき7日後の吸水率が10.5%であるのに比べ、多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルの水中浸せき7日後の吸水率は1.7~5.7%であり、Oilを用いた場合の約1/2~1/5に減少する。これは、モルタル表層部に浸透したSOのはっ水性に起因するものと考えられる。しかしながら、多機能性はく離剤中のSO量が減少するか又は、はく離剤塗布後からモルタル成形までの経過時間が長くなるに従って、その吸水率は大きくなる傾向にある。

図-4には、多機能性はく離剤及びOilを塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで成形したモルタルの2.5%塩化ナトリウム溶液7日間浸せき後の塩化物イオン浸透深さを示す。Oil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が38mmであるのに比べ、多機能性はく離剤を使用して成形したモルタルのそれは、塗布後の経過時間にかかわらず著しく小さく、5mm程度である。このように、塩化

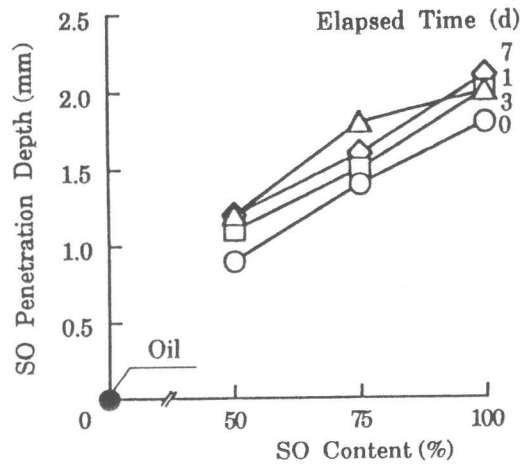


図-2 多機能性はく離剤を塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後にモルタルを打込んだ場合のシリコン化合物(SO)浸透深さ

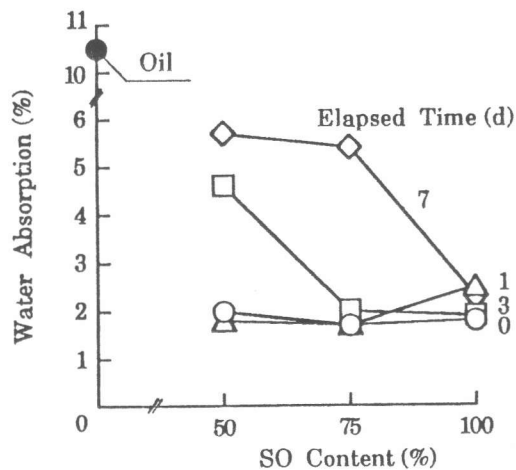


図-3 多機能性はく離剤を塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで成形したモルタルの吸水率

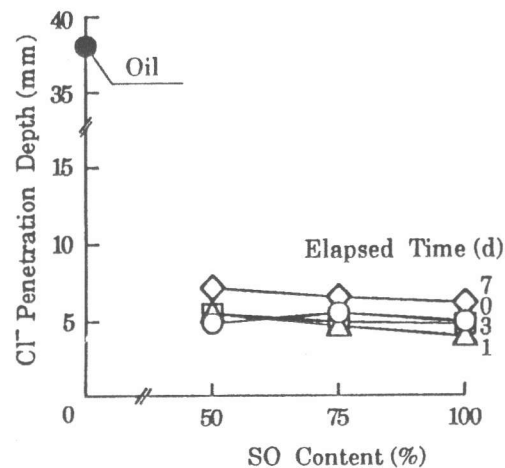


図-4 多機能性はく離剤を塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで成形したモルタルの塩化物イオン浸透深さ

物イオン浸透に対する優れた抵抗性は、防水性の発現と同様、モルタル表層部に浸透したSOのはっ水性に起因するものと考えられる。又、AMをモルタル及びコンクリートに添加した場合、その内部へ拡散する塩化物イオン及び二酸化炭素をAMが吸着するといわれている[3]。しかしながら、本研究の範囲では、SOにAMを混合した多機能性はく離剤のAMを混合しない多機能性はく離剤に対する塩化物イオン浸透抑制効果の有意性は認められない。

図-5には、多機能性はく離剤及びOilを塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで成形したモルタルの中性化深さを示す。

一般に、シリコン化合物のみをはく離剤として使用した場合には、中性化に対する抵抗性は

付与されないが、AMを含む多機能性はく離剤を使用して成形した場合には、モルタルの中性化深さは減少する。又、多機能性はく離剤塗布後の経過期間が長くなるに従い、モルタルの中性化深さは小さくなり、その最小値は、Oilをはく離剤として使用したモルタルのその約3/5である。AMを混合した多機能性はく離剤を使用すると、モルタルの中性化に対する抵抗性が改善されるのは、前述したように、AMが二酸化炭素を吸着するためと考えられる。

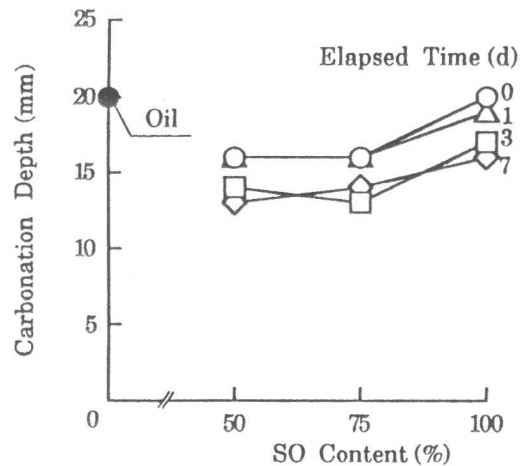


図-5 多機能性はく離剤を塗布した鋼製型枠を0, 1, 3及び7日間静置した後に打込んで成形したモルタルの中性化深さ

5. 総括

以上の試験結果から推察すれば、シリコン化合物を含む多機能性はく離剤を鋼製型枠に塗布してから7日間経た後にモルタルを打込んだ場合でも、モルタル表層部に、はっ水層が形成され、防水性及び塩化物イオン浸透に対する抵抗性が付与される。又、塗布後の経過時間にかかわらず、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、モルタルの表層部に、中性化に対する抵抗性を付与することが可能である。従って、本研究で調製した多機能性はく離剤は、鋼製型枠を使用するモルタル及びコンクリート製品の製造、又は、現場施工において、打込み時にそれらの表層部を改質する材料として有用であると考えられる。

参考文献

- 1)大濱嘉彦, 出村克宣:多機能性はく離剤によるコンクリート表層部の改質, コンクリート工学年次論文報告集, V. 13, No. 1, pp. 557-560, 1991.6
- 2)大濱嘉彦, 出村克宣, 三宅雅之:コンクリート表層部の改質のための多機能性はく離剤の開発, 第18回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, セメント・コンクリート研究会, pp. 29-34, 1991
- 3)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, pp. 321- 342, 1989