

論文

[1117] 多機能性離型剤の開発

正会員 ○ 出村克宣 (日本大学工学部)

正会員 大濱嘉彦 (日本大学工学部)

1. はじめに

最近、コンクリート表面に塗布することによって、その表面から深さ数mm浸透し、コンクリート表層部には水層を形成する塗布含浸材が開発されている。そのような塗布含浸材は、優れた防水性に起因して、コンクリートの吸水及び透水に対する抵抗性ばかりでなく、塩化物イオンの浸透に対する抵抗性をも著しく改善することが知られている¹⁾。又、塗布含浸材と同様の成分を有する化合物をコンクリートやモルタルに混和して使用する試みも行われており、それらの表面に塗布した場合と同等又はそれ以上の効果があることが報告されている²⁾。一方、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、防水性及び遮塩性に優れたコンクリートが容易に製造できるものと考えられる。

そこで、本研究では、顕著な防水性を持つシリコン化合物を添加して調製した多機能性離型剤を型枠に塗布し、モルタル成形時に、その表層部には水層の形成を試みる。又、成形したモルタルの吸水及び塩化物イオン浸透試験を行い、多機能性離型剤の有用性を検討する。

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 多機能性離型剤調製用原料

多機能性離型剤調製用原料としては、次のようなマシン油とシリコン化合物を用いた。

- (1) マシン油：マシン油としては、JIS K 2201(工業用潤滑油粘度分類)に規定される#150のマシン油 [比重:0.891(20°C), 粘度:475cP(20°C)] を使用した。
- (2) シリコン化合物：シリコン化合物としては、アルキルアルコキシシラン [略称AAS:比重:0.932(20°C), 粘度:10cP(20°C)] 及び2種類のシリコン油 [略称ASO-1:比重:0.958(20°C), 粘度:107cP(20°C)及び略称ASO-2:比重:0.939(20°C), 粘度:58cP(20°C)] 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離型剤を、寸法 40x40x160mmの型枠側面及び底面に、塗布量20g/m² で塗布した。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76%及びフロー値171のモルタルを練り混ぜ、多機能性離型剤を塗布した型枠を用いて成形した。なお、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、1日湿空(20

表-1 多機能性離型剤の配合

Formulation (wt%)	
Machine Oil	Silicone Compound, AAS or ASO
100	0
75	25
50	50
25	75
0	100

°C, 80%R.H.)養生して脱型し、ポリエチレン袋で密封した状態で更に6日間湿空養生した後、型枠に接しない仕上げ面をエポキシ樹脂塗料でシールし、材令28日まで、乾燥(20°C, 50%R.H.)養生して供試体とした。なお、比較のため、マシン油のみを離型剤として用い、1日湿空(20°C, 80% R.H.),

6日水中(20℃)及び21日乾燥(20℃, 50% R. H.)養生後にAASを塗布した供試体も作製した。

3.2 シリコン化合物の浸透深さの測定

養生材令7日において、供試体を割裂して、その断面に水を噴霧し、はっ水した部分の両側面縁及び底面縁のそれぞれ3箇所からの深さを、ノギスを用いて測定し、その平均をシリコン化合物の浸透深さとした。

3.3 吸水試験

JIS A 6203 (セメント混和用ポリマーディスペーション) に準じて、材令28日の供試体を水中(20℃)に48時間浸せきして、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

材令28日の供試体の底面を更に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、3及び7日間浸せきして、塩化物イオン浸透試験を行った。浸せき後の供試体については、二分割し、その断面について、UNI 7928 (Concrete-Determination of the Ion Chloride Penetration) に準じて、両側面縁のそれぞれ3箇所からの塩化物イオン浸透深さを測定した。

4. 試験結果及び考察

多機能性離型剤中のシリコン化合物の添加率とモルタル表層部への浸透深さの関係を図-1に示す。

マシン油を離型剤として使用した場合(シリコン化合物添加率, 0%)には、モルタル表層部は何ら改質されないが、シリコン化合物を含む多機能性離型剤を使用して成形したモルタルの表層部には、シリコン化合物の浸透によってはっ水層が形成される。モルタル側面では、AASの添加率25-75%の多機能性離型剤のシリコン化合物の浸透深さは0.5mm程度であるが、AASの添加率100%、換言すれば、AASのみからなる離型剤のそれは若干増大する。一方、同じモルタル側面でも、ASO-1及びASO-2の添加率25%の多機能性離型剤のシリコン化合物の浸透深さは1.2mm程度となり、それらの添加率の増加に伴って、浸透深さは更に増大する。特に、ASO-1又はASO-2のみを離型剤として用いた場合には、モルタル側面におけるシリコン化合物の浸透深さは2.0-2.5mmに達する。又、シリコン化合物の種類及び添加率にかかわらず、モルタル側面に比べて、モルタル底面におけるシリコン化合物の浸透深さは若干大きく、ASO-1及びASO-2のみを多機能性離型剤として使用した場合には、2.5-3.1mmの浸透深さが得られる。なお、モルタル底面に比べて、側面におけるシリコン化合物の浸透深さが小さいのは、モルタル成形時に、型枠側面に塗布した

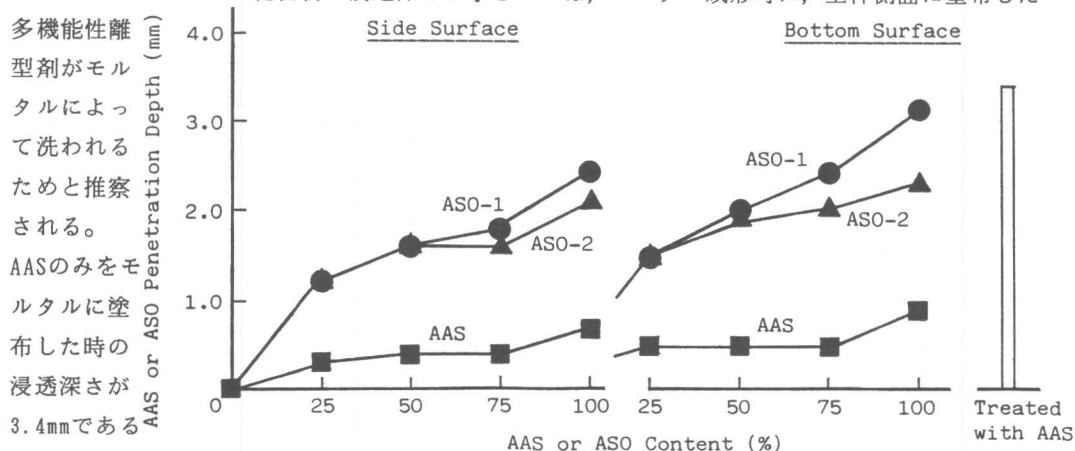


図-1 多機能性離型剤中のシリコン化合物の添加率と浸透深さの関係

すれば、はっ水性に優れたシリコン化合物を添加して調製した多機能性離型剤を用いることによって、モルタル表層部の改質が可能であることが示唆される。しかしながら、その改質の程度は、添加するシリコン化合物の種類によって異なるものとする。

図-2には、シリコン化合物を含む多機能性離型剤を型枠に塗布して成形したモルタルの水中浸せき48時間後の吸水率を示す。

シリコン化合物を含む多機能性離型剤を用いて成形したモルタルの水中浸せき48時間後の吸水率は、多機能性離型剤中のシリコン化合物の添加率の増加に伴って減少する傾向にある。

しかし、AASを添加して調製した多機能性離型剤を使用した場合のAASの添加率の増加に伴うモルタルの吸水率の減少はわずかであり、AASのみを離型剤とした場合でも、モルタルの吸水率は1.2%程度減少するのみである。これに比べて、ASO-1及びASO-2を添加して調製した多機能性離型剤を使用した場合には、ASO-1及びASO-2の添加率の増加に伴うモルタルの吸水率の減少が著しい。マシン油を離型剤とした場合のモルタルの吸水率は7%であるが、ASO-1及びASO-2を25、50、75及び100%添加した多機能性離型剤を用いたモルタルのそれは、それぞれ、4.0、3.0、2.5-2.8及び1.0-1.3%である。なお、AASを塗布したモルタルの吸水率は0.6%であり、これに比べれば、その表層部改質効果は若干劣るが、シリコン化合物を含む多機能性離型剤の使用によって、モルタルの防水性が相当に改善されるものとする。又、AASを添加した多機能性離型剤を用いた場合と、ASO-1及びASO-2を添加したものをを用いた場合では、

モルタルの吸水率の低減効果が相当に異なるが、これは、モルタル表層部におけるシリコン化合物の浸透深さの差異に起因するものとする。

図-3には、シリコン化合物を含む多機能性離型剤を型枠に塗布して成形したモルタルの2.5%塩化ナトリウム溶液浸せき材令3及び7日の塩化物イオン浸透深さを示す。

吸水試験の場合と同様、シリコン化合物を含む多機能性離型剤を用いて成形したモルタルの2.5%塩化ナトリウム溶液浸せき材令3及び7日の

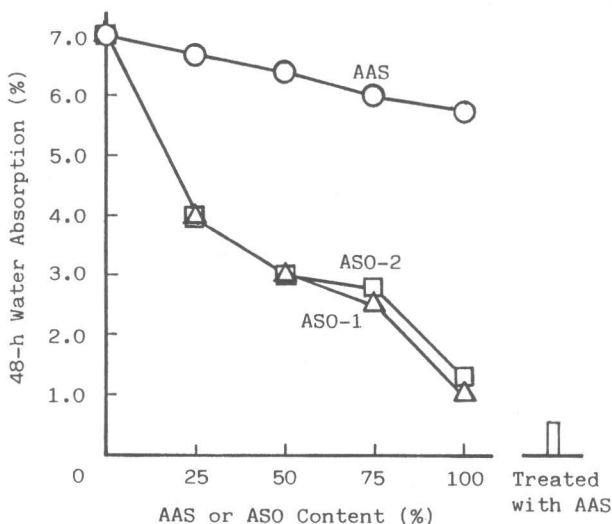


図-2 シリコン化合物を含む多機能性離型剤を用いて成形したモルタルの水中浸せき48時間後の吸水率

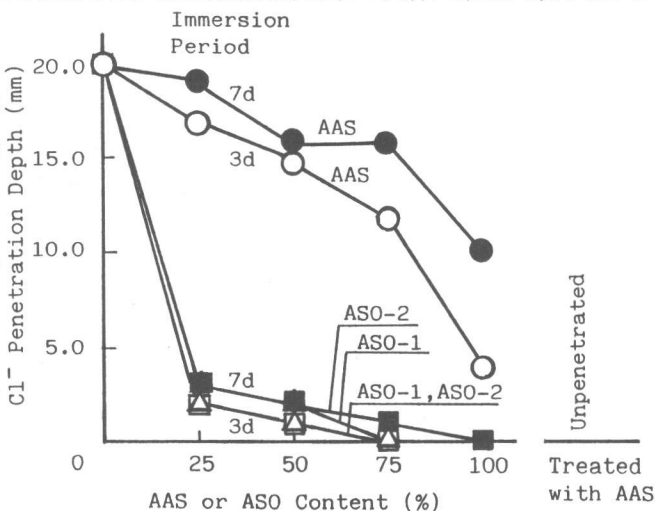


図-3 シリコン化合物を含む多機能性離型剤を用いて成形したモルタルの2.5%塩化ナトリウム溶液浸せき材令3及び7日の塩化物イオン (Cl⁻) 浸透深さ

塩化物イオン浸透深さは、多機能性離型剤中のシリコン化合物の添加率の増加に伴って小さくなる傾向にある。なお、マシン油を離型剤として使用したモルタルにおいては、浸せき材令にかかわらず、モルタル断面全体に塩化物イオンの浸透（浸透深さ：20mm）が認められる。AASを添加して調製した多機能性離型剤を使用して成形したモルタルの塩化ナトリウム溶液浸せき材令3日における塩化物イオン浸透深さは、AAS添加率が75%まで増加するのに従って、12mm程度まで減少し、AASのみを離型剤として使用したものの塩化物イオン浸透深さは4mmである。しかし、浸せき材令が7日になると、塩化物イオンの浸透深さは相当に増大する。一方、ASO-1及びASO-2を添加して調製した多機能性離型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は相当に小さく、それらの添加率が25%、塩化ナトリウム溶液浸せき材令が7日のものでも、モルタルの塩化物イオン浸透深さは3mm程度である。特に、ASO-1及びASO-2の添加率を75及び100%とした多機能性離型剤を用いて成形したモルタルにおいては、浸せき材令7日においても、塩化物イオンの浸透はほとんど認められず、AASをモルタルに塗布した場合と同様の効果が得られる。このことから、シリコン化合物を含む多機能性離型剤の使用によって、塩化物イオン浸透に対する優れた抵抗性をモルタルに付与できるものと考えられる。

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離型剤は、モルタル及びコンクリート打込み時にその表層部を改質する材料として有用である。しかし、その表層部改質効果は多機能性離型剤に添加するシリコン化合物に依存することから、多機能性離型剤調製用原料及びその配合、大型コンクリート部材製造時の問題点などについては、今後、更に検討する必要があるものと考えられる。

5. 総括

以上の試験結果を総括すれば、以下の通りである。

- (1) シリコン化合物を含む多機能性離型剤を使用してモルタルを成形した場合、モルタル表層部にシリコン化合物が浸透し、はっ水層を形成する。しかし、その浸透深さは、シリコン化合物の種類及び添加率に依存する。
- (2) シリコン化合物を含む多機能性離型剤の使用によって、シリコン化合物の種類及び添加率にも依存するが、モルタルの防水性及び塩化物イオン浸透に対する抵抗性は相当に改善される。
- (3) 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離型剤は、モルタル及びコンクリート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。しかし、その表層部改質効果は多機能性離型剤に添加するシリコン化合物に依存することから、多機能性離型剤調製用原料及びその配合、大型コンクリート部材製造時の問題点などについては、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., Sato, Y., and Nagao, H., "Improvements in Watertightness and Resistance to Chloride Ion Penetration of Concrete by Silane Impregnation", Proceedings of the 4th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vol. 1, Pergamon Press, Oxford, 1987, pp. 295-302.
- 2) 大濱嘉彦, 出村克宣, 佐藤康彦, 橘克憲, 宮崎良知, "アルキルアルコキシシランを含むポリマーセメントモルタルの性質", 第15回セメント・コンクリート研究討論会研究報告集, セメントコンクリート研究会, 1988, pp. 29-34.