

## 打継ぎ部の拘束応力抑制を目的とした凝結遅延モルタルの配合検討

鹿島建設(株) 正会員 ○小林 聖 正会員 佐野 忍 正会員 坂井 吾郎  
 鹿島建設(株) フェロー 坂田 昇  
 九州大学大学院 正会員 園田 佳巨 正会員 佐川 康貴 正会員 玉井 宏樹

### 1. はじめに

スラブ状の部材の上に、壁状の部材を打ち継ぐ場合、壁状部材には外部拘束によるひび割れが発生する可能性が高い。このひび割れによって、貯水槽や地下構造物では漏水が生じたり、劣化因子が侵入して鉄筋腐食が助長され、早期に構造物の耐久性が低下する可能性が高くなるため、その抑制が求められている。そこで、ひび割れの主要因となっている底版からの拘束を低減するために、打継ぎ部に凝結遅延剤を添加して凝結時間を数日から数週間に大幅に遅延させたモルタル（以後、凝結遅延モルタルと称する）を敷設し、拘束応力を低減する方法について検討を行った。本論文では、凝結遅延剤を用いたモルタルの配合検討について報告する。

表-1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	N	普通ポルトランドセメント, 密度: 3.16g/cm <sup>3</sup>
	L	低熱ポルトランドセメント, 密度: 3.22g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S1	砕砂, 密度: 2.65g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率: 2.74
	S2	山砂, 密度: 2.61g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率: 1.61
	珪砂	天然珪砂 4号, 密度: 2.64g/cm <sup>3</sup>
凝結遅延剤	T	オキシカルボン酸塩系
増粘剤	V	バイオポリマー

表-2 モルタルの配合

STEP	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						V (W×%)	T (C×%)
			W	N	L	S1	S2	珪砂		
1	50	3.0	256	513	-	1308	231	-	-	2.0
	45		236	526	-	1341	237	-	-	
	40		216	540	-	1377	243	-	-	
2	45	2.0	295	656	-	1116	197	-	-	2.0
		2.0	295	-	656	1127	198	-	-	
		2.0	295	656	-	-	-	1311	-	
		1.8	312	-	694	-	-	1247	0.2	

### 2. 凝結遅延モルタルの配合検討

#### 2.1 実験概要

配合検討はSTEP1とSTEP2の2段階で行った。凝結遅延モルタルの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。凝結遅延剤は一般的に数時間から1日程度の凝結遅延を目的として使用されているため、添加量はセメントの質量に対して0.2~1.0%程度である。ここでは打継ぎ部に発生する拘束応力を低減することを目的とするため、収縮が安定するまでの数日から数週間程度、凝結を遅延させる必要がある。そこで、ここでは凝結遅延剤の添加率を2.0%と設定した。

STEP1では、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は砕砂および山砂を質量比で85:15の割合でブレンドしたものを使用した。凝結遅延モルタルの水セメント比は40%、45%、50%とし、細骨材とセメントの質量比(S/C)は3とした。フレッシュ性状の確認試験として、凝結試験(JIS A 1147)とブリーディング率の測定(JSCE-F 522-2007)を行った。凝結試験は週に2回程度の頻度で実施し、終結付近においては適宜試験材齢を追加した。なお、本論文では、練上りから終結が確認された日までの期間を凝結遅延期間と称することとした。また、凝結を遅延させたコンクリートはブリーディングが多くなると報告されている<sup>1)</sup>。そこで、長期的なブリーディング特性を把握するため、ブリーディング率の測定頻度は3時間と20時間以降に加え、材齢2, 5, 7日において測定を行った。さらに、ここでは凝結時間およびブリーディング率のばらつきを確認するために、同一配合において5回試験を実施した。

STEP2では、水セメント比は45%に固定した。セメントは低熱ポルトランドセメントを使用し、細骨材には微粒分が少なく、化学組成が安定している天然珪砂4号を使用した。モルタルフロー試験(JIS R 5201を参考、打撃無し)により、フロー値が200mm程度となるようにS/Cを調節した。フレッシュ性状の確認試験はSTEP1と同

キーワード 外部拘束, ひび割れ, 凝結遅延剤, セメント種類, 細骨材, 増粘剤

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6756

様とした。なお、STEP1 および STEP2 の各試験は 20℃に設定された室内で行った。

### 2. 2 実験結果

STEP1 において、水セメント比と凝結遅延期間の関係を図-1 に示す。図に示すように、いずれの水セメント比においても凝結遅延期間にはばらつきが生じた。水セメント比とブリーディング率の関係を図-2 に示す。図に示すように、水セメント比 40%では全ての試験においてブリーディング率が 0%であった。一方、水セメント比 45%ではブリーディングが発生しない場合もあったが、最大で 1.2%の場合もあり、ばらつくことが確認された。また、水セメント比 50%も同様にブリーディングが発生しない場合もあったが、最大で 2.3%の場合もあり、水セメント比が大きくなるに従いブリーディング率がばらつくとともに、その範囲が大きくなる傾向が確認された。打継ぎ部におけるひび割れ抑制効果を確実にするためには、凝結遅延モルタルの凝結遅延期間を安定的に確保する必要がある。また、ブリーディング率については、打継ぎ部の付着性能を確保するために 0%とする必要がある。そこで、STEP2 にて増粘剤としてバイオポリマーを添加したケースを検討した。

STEP2 における凝結試験結果を図-3 に示す。図に示すように、セメントを低熱ポルトランドセメントに変更した場合、または細骨材を珪砂に変更した場合は、凝結時間が 21 日まで延長することが確認された。低熱ポルトランドセメントと珪砂を使用し、さらに増粘剤を使用した場合は、凝結時間が 91 日まで大きく遅延することが確認された。この理由として、一般的に凝結遅延剤はセメント粒子上に吸着し、水和作用を阻害することで凝結を遅延させている<sup>2)</sup>とされているが、凝結遅延剤の主成分であるオキシカルボン酸塩などの有機化合物はセメント中の C<sub>3</sub>A に吸着され、遅延効果に影響を与えることが示唆されている<sup>3)</sup>。そのため、普通ポルトランドセメントより C<sub>3</sub>A の少ない低熱ポルトランドセメントを使用したことで、オキシカルボン酸塩の機能が阻害されなかったためと考えられる。その他にも細骨材の微粒分などの影響により、オキシカルボン酸塩の機能が阻害されている可能性が考えられる。そのため、細骨材には微粒分が少なく、化学組成が安定している天然珪砂 4 号を使用したことで、オキシカルボン酸塩の機能が阻害されなかったためと考えられる。また、ブリーディングについては、増粘剤を 0.2%添加することでブリーディング率が 0%となることが確認された。

今後は凝結遅延剤の添加率と凝結遅延期間の関係を把握すると共に、同一の実験を複数回実施し、凝結遅延期間が安定的に確保できることを確認する予定である。

### 参考文献

- 1) 竹内徹ほか：超遅延剤を用いたコンクリートの特性，コンクリート工学，Vol.37，No.11，pp.9-19，1999.11
- 2) 山本泰彦：凝結遅延剤の分子構造ならびにセメントとの作用機構，セメント技術年報，Vol.27，pp.148-152，1973
- 3) 坂井悦郎ほか：セメントの初期水和反応速度におよぼす芳香族スルホン酸ナトリウムの影響，日本化学会誌，Vol.2，pp.208-213，1977

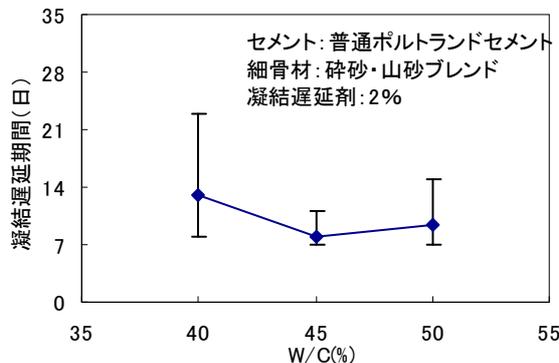


図-1 水セメント比と凝結遅延期間の関係

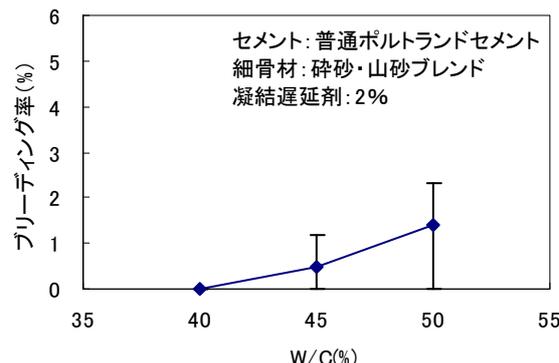


図-2 水セメント比とブリーディング率の関係

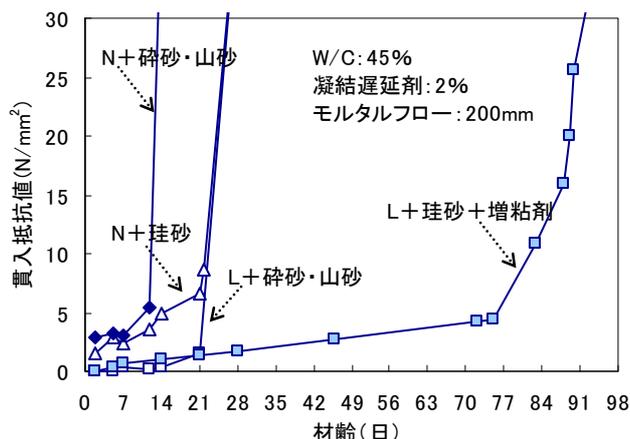


図-3 凝結試験の結果