凝結遅延モルタルの流動性向上に関する検討

鹿島建設(株)　正会員　○池松　建治　佐野　忍　橋本　学　小林　聖　高木　英知　フェロー　坂田　昇
九州大学大学院　　フェロー　園田　佳巨　正会員　佐川　康貴　玉井　宏樹

１．はじめに

壁状部材の打継ぎ部に発生する外部拘束によるひび割れを抑制するために，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、図 1 に示すように、打継ぎ部に敷設し，底版からの拘束応力を低減する方法について検討を行っている[1)]。凝結遅延モルタルは凝結時間を大幅に遅延させており、ブリーディングが長期にわたり発生することが懸念された。そこで、ブリーディング防止の観点から増粘剤（バイオポリマー）を添加したが[2)]、高い粘性が付与され流動性が低下したことから、施工性が悪いことが課題となった。そこで、ブリーディングを発生させないための粘性を確保しつつ、流動性を高めて自己充填性を付与した配合を選定し、施工性を向上させる検討を行った。

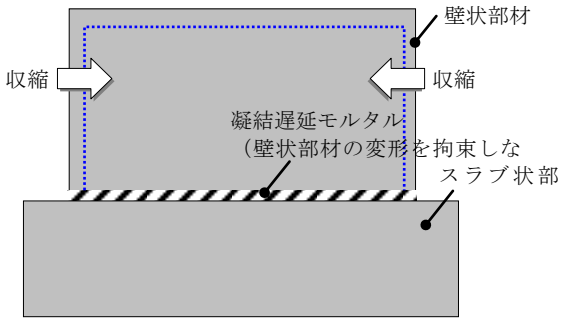


図 1　凝結遅延モルタルによるひび割れ抑制手法

２．流動性を向上させた配合の検討

検討ケースを表 1 に示す。高性能 AE 減水剤の有無、単位水量、増粘剤の添加率をパラメータとして，モルタルフローとブリーディング率を確認した。使用材料を表 2 に，配合を表 3 に示す。また，試験項目を表 4 に示す。なお，各試験は 20℃の室内で行った。各試験の目標値として、モルタルフロー（0 打）は 300mm 以上、ブリーディングを発生させないこととした。

各ケースのモルタルフローの試験結果を図 2 に示す。図に示すように、高性能 AE 減水剤をセメント重量の 1.0%を添加することで、モルタルフロー（0 打）は 217mm から 253mm に向上した。次に、単位水量を 312kg/m^3 から 390kg/m^3 に増加させると、モルタルフローは 243mm となりケース 1 よりも小さくなった。この理由としては、単位水量の増加に伴い増粘剤の添加量も増加したためと考えられる。さらに単位水量を 465kg/m^3 まで増加させたが、モルタルフローは 255mm となり大幅なモルタルフローの増進は認められなかった。以上の結果より、モルタルフローをさらに増進させるためには、粘性を低減させることが必要

表 1　検討ケース

ケース	高性能 AE 減水剤(C×%)	単位水量 (kg/m^3)	増粘剤 (W×%)
0	-	312	0.2
1	1.0		
2		390	
3		465	
4			0.15
5			0.1

表 2　使用材料

材料	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C	低熱ポルトランドセメント，密度：3.22g/cm^3
細骨材	S	天然珪砂 4 号，密度：2.64g/cm^3
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
高性能 AE 減水剤	SP	ポリカルボン酸系化合物

表 3　配合

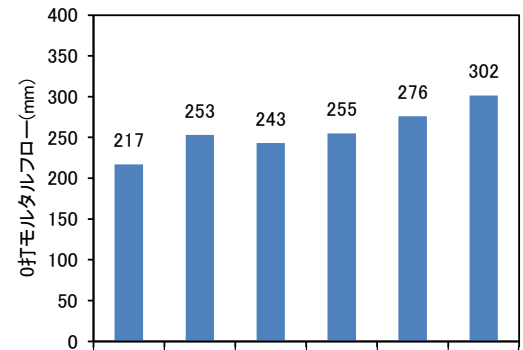
ケース	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m^3)			V (W×%)	T (C×%)	SP (C×%)
			W	C	S			
0	45	1.8	312	694	1247	0.2	1.25	-
1								1.0
2		1.0	390	867	900			
3		0.5	465	1034	565			
4						0.15		
5						0.1		

表 4　試験項目

項目	方法	試験頻度
モルタルフロー	JIS R 5201	練上り時（0 打）
ブリーディング率	JSCE-F 522-2007	3 時間，1，7 日
流動性試験	目視および厚さ測定	流動後

キーワード　外部拘束，ひび割れ，凝結遅延剤，流動性，増粘剤
連絡先　　〒107-8348　東京都港区赤坂 6-5-11　鹿島建設(株)　ＴＥＬ03-5544-0636

であると考えられた。そこで、流動性向上の観点から増粘剤の添加率を 0.2%から、0.15%、0.1%と低減させたケースについて検討を行った。増粘剤の添加率を 0.15%とすると、ブリーディングは発生しないがモルタルフローが 276mm となり、モルタルフローの目標値を確保できなかった。増粘剤の添加率を 0.1%まで低減させたところ、ブリーディングは発生せず、モルタルフローも 302mm となり、両者の目標値を満足することが可能となった。以上より、ブリーディングを発生させないための粘性を確保しつつ、可能な範囲で流動性を高めた配合を選定することができた。なお、選定したモルタルの終結時間は 48 日であった。



ケース	0	1	2	3	4	5
SP (%)	–	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
単位水量 (kg/m³)	312	312	390	465	465	465
増粘剤 (W×%)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	0.1

図 2　配合条件と 0 打モルタルフローの関係

3．凝結遅延モルタルとコンクリートの打重ね実験

凝結遅延モルタルにコンクリートを適切に打ち重ねることができる時期を把握する実験を行った。まず、底版を模擬したコンクリートブロック（縦 38cm、横 50cm、高さ 30cm）の上面に、前章で選定した凝結遅延モルタルを厚さ 20mm で敷設し、経時的に貫入抵抗値を測定した。なお、貫入抵抗値は JIS A 1147 を参考とし、貫入針を 2 秒で 5mm 貫入することで測定した。材齢と貫入抵抗値の関係を図 3 に示す。図に示すように、材齢 15 時間後から物理的な凝集が起こり、材齢 60 時間（2.5 日）では貫入抵抗値が 0.2N/mm² 以上となることが確認された。

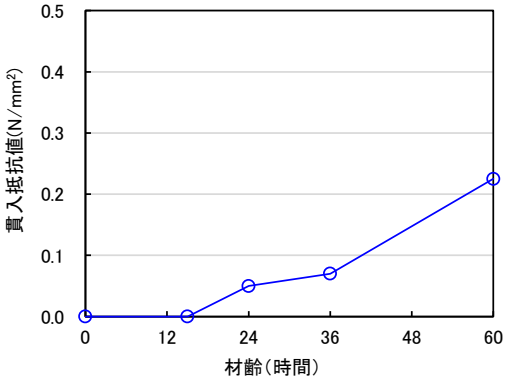


図 3　材齢と貫入抵抗値の関係

次に、凝結遅延モルタルを 20mm の厚さで敷設し、コンクリートを 1.5m の高さから打ち重ねた際の、凝結遅延モルタルの挙動を把握する実験を行った。コンクリート打重ね直後の凝結遅延モルタルの状態を写真 1 に示す。写真に示すように、凝結遅延モルタルの敷設直後にコンクリートを打ち重ねた場合、凝結遅延モルタルが逸散し、打継ぎ部に残置しないことが確認された。一方、凝結遅延モルタルを敷設してから 2 日後にコンクリートを打ち重ねた場合、敷設厚さ 20mm の状態で残置していたことが確認された。以上より、凝結遅延モルタルの貫入抵抗値が 0.2N/mm² 以上であれば、コンクリートの打込み時の圧力に抵抗できると考えられる。

（凝結遅延モルタルの敷設直後）

（凝結遅延モルタルの敷設から 2 日後）

写真 1　コンクリート打重ね直後の凝結遅延モルタルの状態

4．おわりに

高性能 AE 減水剤、単位水量、および増粘剤を調整することで、ブリーディングを発生させないための粘性を確保しつつ、可能な範囲で流動性を高めた凝結遅延モルタルの配合を選定することができた。今後は実際の打継ぎ部において流動性および実験を実施し、流動距離や自己充填性を評価する予定である。また、凝結遅延モルタルを敷設してから数日後にコンクリートを打ち重ねることで、凝結遅延モルタルを確実に打継ぎ部に残置させることができることを確認した。

参考文献

1) 佐野忍ほか：凝結遅延モルタルを用いた壁状構造物のひび割れ抑制手法の実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1261-1266，2013
2) 佐野忍ほか：凝結遅延モルタルの凝結時間のばらつきの抑制に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.2242-2247，2014