

自己充填モルタルの収縮低減

社会システム工学科 1070547 森實 直人

要旨：自己充填モルタルの収縮ひび割れ防止を目的として、膨張材を混入した。単位水量は従来のモルタルと同程度であるが、単位セメント量が多い自己充填モルタルは、単に膨張材を添加しただけでは、ひび割れ防止のための十分な膨張量が得られないことが分かった。また、養生方法として水中養生ではなく気中養生を行なったため、膨張材に十分な水が供給できなかつたことも原因だと考えられた。そこで、自己充填モルタルのセメントの一部を水和反応しない粉体である石灰石微粉末に置換することにより反応に必要な水を確保したが、その有効性はあまり確認できなかった。また、普通セメントを使用するよりも、低熱ポルトランドセメントを使用した場合の方が効果的であることを確認した。

Key Words : 自己充填モルタル, 膨張材, 石灰石微粉末, 普通セメント, 低熱ポルトランドセメント

1. 背景・目的

コンクリート構造物において、表面付近のコンクリートが剥離していることがある。これにより構造物自体の耐久性の低下が懸念されることがある。コンクリートの欠損部の補修材には、主に、ポリマーセメントモルタルが補修材として使用されている。しかし、ポリマーセメントにしようされている、ポリマー混和剤は高価である。そのため、補修にかかる費用も高くなっている。

そこで、ポリマーセメントモルタルよりも安価に補修が行なえ、重力のみの作用で流動し、欠損部の補修が容易に行なえる自己充填モルタルを、剥離した部分に用いて補修を行なう。しかし、自己充填モルタルは、セメント量が多いため、収縮量が多い。そこで、補修材の収縮を、膨張材の添加によって補おうと考えた。自己充填モルタルに膨張材を添加することにより、自己収縮および乾燥収縮等に起因するひび割れを減少させ、また、ひび割れ耐力を向上させる。本研究では、収縮低減およびひび割れの防止を行なうために、膨張材を自己充填モルタルに適用するための研究である。実施工での養生方法を念頭に置き、膨張材の自己充填モルタルのひび割れ防止への有効性を検証した。

2. 実験

(1) 使用材料

セメントは住友大阪セメント(株)高知工場製造の普通ポルトランドセメントおよび低熱ポルトランドセメントを、細骨材は白木谷砕石販売(株)製造の高知県南国市白木谷産を使用した。膨張材は電気化学工業(株)青海工場製造のデッカパー CAS を、石灰石微粉末は高知重炭(株)春野工場製造の石灰石微粉末を使用した。混和剤にはエムビー(株)茅ヶ崎工場製造の高性能AE減水剤を使用した。

(2) 実験方法・養生方法

供試体は、厚さ40mm×幅40mm×長さ160mmの形状とし、各条件ごと3本ずつ作成するものとした。24時間後に脱型し、コンタクトチップを上表面と下表面に貼り付ける。コンタクトストレインゲージを用いて、供試体の収縮量を測定する。室温 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60\pm 5\%$ の恒温湿室で気中養生を行なう。

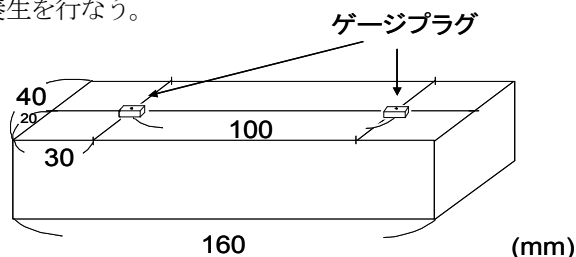


図-1 供試体

(3) 汎用型自己充填モルタルの膨張量

普通セメントを使用した、汎用型の自己充填モルタルに膨張材を $10\text{kg}/\text{m}^3$ 、 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 添加し、実施工に近い条件として水中養生ではなく気中養生としてその膨張量を測定した。

表-1 自己充填モルタルの配合

※	W/P(%)	単位量: kg/m^3				
		W	C	S	EX	SP
EX0	100	267	840	1174	0	16.8
EX10	100	267	830	1174	10	16.8
EX20	100	267	820	1174	20	16.8

W:水, C:セメント, S:細骨材(砂), EX:膨張材
SP:高性能AE減水剤

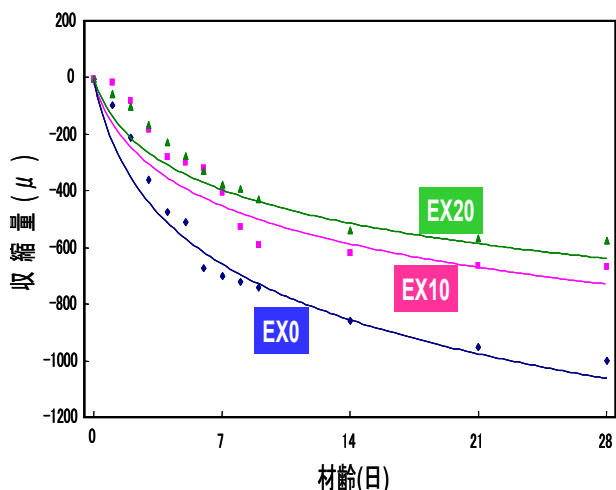


図-2 汎用型自己充填モルタルの自己収縮(膨張)量

実験の結果、ひび割れ防止ができるだけの十分な膨張量は得られなかった。単に、自己充填モルタルに膨張材を添加するだけでは、ひび割れ防止は不可能であることを確認することができた。これは、水中養生ではなく気中養生を行なったため、膨張材に十分な水がいきわたらなかつたためと思われる。また、セメントの水和反応のために、単位水量の大部分が使用され、膨張材の反応に必要な水が確保できないことも原因だと思われる。

石灰石微粉末の使用による膨張量の確保^(※1)

十分な膨張量を確保するためには、膨張材に十分な水を供給することが必要である。今回の実験では、水中養生ではなく気中養生を行なったため、膨張材に外部からの水の供給が無く、また、セメントの水和反応のため多くの水が使用され、膨張材の反応に必要な水が確保できなかったものと思われる。そこで、自己充填モルタルのセメントの一部を、水和反応しない(水を消費しない)石灰石微粉末に置換することにし、膨張材の反応に必要な水を確保することにした。

表-2 セメントの一部を石灰石微粉末に置換した自己充填モルタルの配合

※	W/P%	単位量:kg/m ³					
		W	C	S	EX	LS	SP
EX10LS20	100	267	662	1174	10	145	10.6
EX10LS40	100	267	494	1174	10	289	6.6
EX20LS20	100	267	652	1174	20	145	10.6
EX20LS40	100	267	484	1174	20	289	6.3

W:水, C:セメント, S: 細骨材(砂), EX:膨張材
LS:石灰石微粉末, SP:高性能AE減水剤

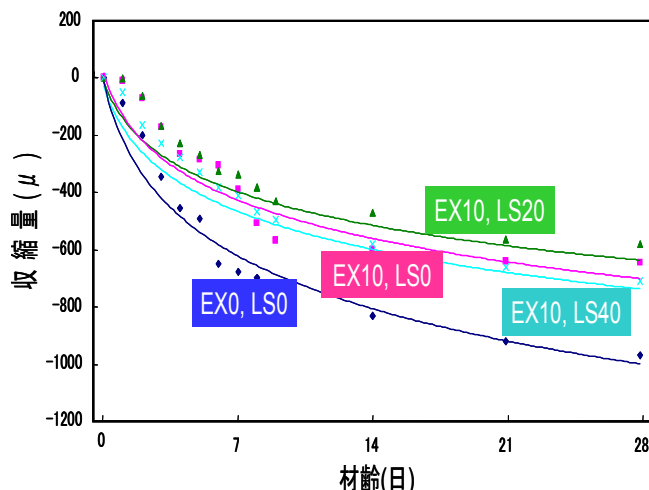


図-3 セメントの一部を石灰石微粉末に置換した自己充填モルタルの自己収縮(膨張)量 (膨張材を10kg/m³添加量した場合)

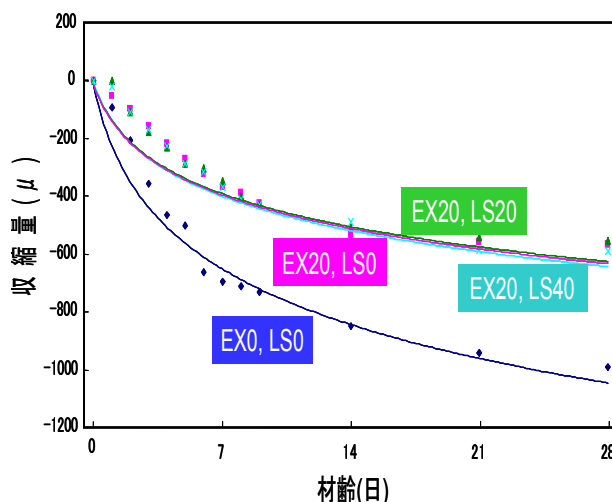


図-4 セメントの一部を石灰石微粉末に置換した自己充填モルタルの自己収縮(膨張)量 (膨張材を20kg/m³添加量した場合)

実験の結果、石灰石微粉末への置換率の増加に伴い乾燥収縮量が大きくなったと想定されるにも関わらず、石灰石微粉末を20%添加した場合、収縮量はわずかに小さくなった。しかし、40%添加した場合に、収縮量は大きくなった。これは、膨張材に十分な水がいきわたり膨張したと思われるが、その膨張量よりも、石灰石微粉末の乾燥収縮量の方が大きくなったことが原因だと考えられる。セメントの20%を石灰石微粉末に置換してもほぼ有効性はなく、さらに40%を置換した場合も有効性は無いことが分かった。

低熱ポルトランドセメントを使用した自己充填モルタルの膨張量

普通セメントを使用した、汎用型の自己充填モルタルに、膨張材や石灰石微粉末を添加しても、水中養生ではなく実施工に近い条件の気中養生では、ひび割れ防止の十分な効果を得ることは難しいと確認できた。そこで次に、普通セメントにかえ、低熱ポルトランドセメントを使用することにした。今回の実験では、前回までの結果を考慮し、膨張材の添加量を 20 kg/m³とし、石灰石微粉末の添加量も 20%までとした。

表-3 セメントの一部を石灰石微粉末に置換した自己充填モルタルの配合

※	W/P(%)	単位量:kg/m ³					
		W	C	S	EX	LS	SP
EX0LS0	100	267	864	1174	0	0	6.9
EX20LS0	100	267	844	1174	20	0	6.9
EX20LS20	100	267	671	1174	20	145	4.2

W:水, C:セメント, S:細骨材(砂), EX:膨張材
LS:石灰石微粉末, SP:高性能AE減水剤

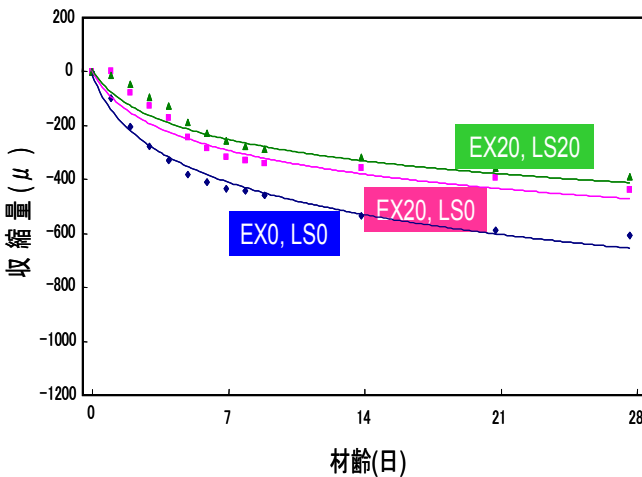


図-5 低熱ポルトランドセメントを使用した自己充填モルタルの自己収縮(膨張)量

実験の結果、自己充填モルタルに、低熱ポルトランドセメントを使用した場合、普通セメントを使用した場合と比較してどの条件時も、収縮量が小さくなることが確認された。特に、膨張材の添加量が20kg/m³、石灰石微粉末の添加量が20%の時は、今回の実験結果の中で収縮量が一番小さいものとなった。自己充填モルタルに、低熱ポルトランドセメントを使用することの有効性が確認された。

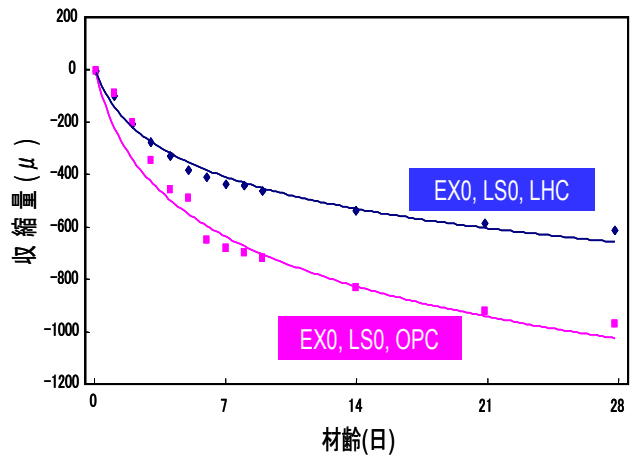


図-6 自己充填モルタルに、普通セメントを使用した場合と低熱ポルトランドセメントを使用した場合の自己収縮(膨張)量

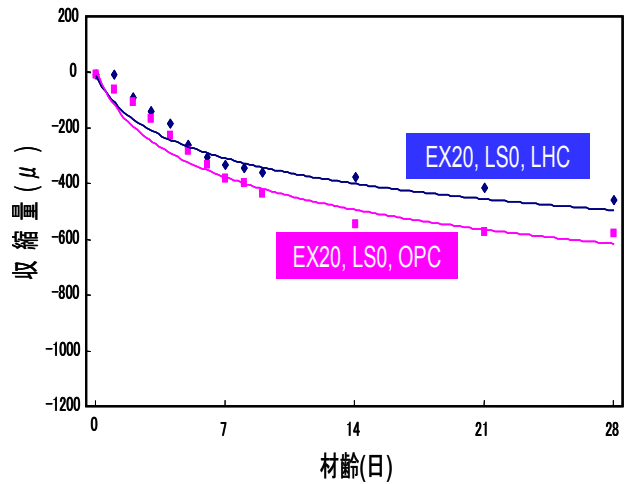


図-7 自己充填モルタルに、普通セメントを使用した場合と低熱ポルトランドセメントを使用した場合の自己収縮(膨張)量

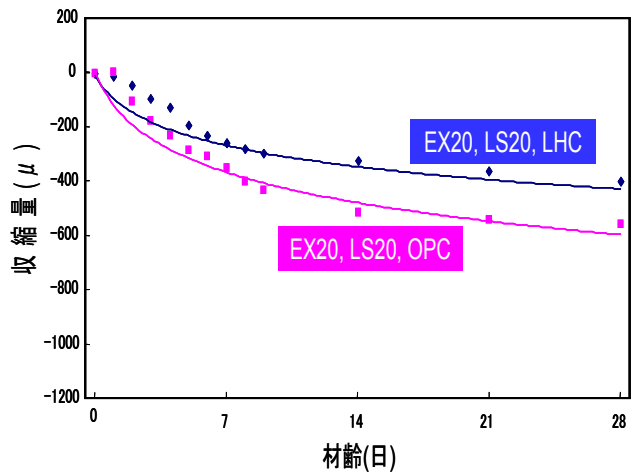


図-8 自己充填モルタルに、普通セメントを使用した場合と低熱ポルトランドセメントを使用した場合の自己収縮(膨張)量

3. まとめ

本研究では、収縮によるひび割れ防止を目的として、自己充填モルタルに膨張材、および、石灰石微粉末を添加することの有効性を確認することを目的として行なったものである。

以下にまとめを記す。

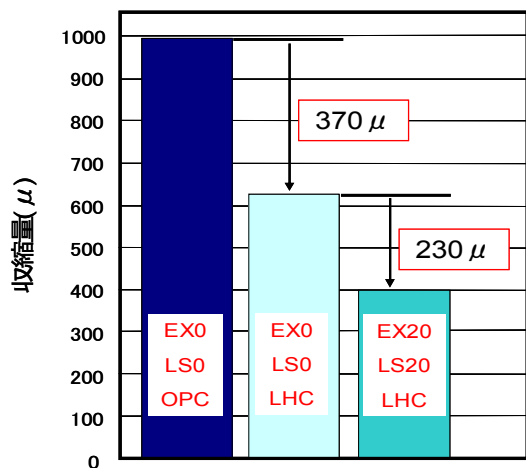


図-9 材齢28日目の自己収縮(膨張)量

(1) 汎用型の自己充填モルタルに単に膨張材を添加した場合、実施工で可能な養生方法では十分な膨張量を確保できないことが確認できた。これは、膨張に必要な水の量を確保できないためであると思われる。

(2) セメントの一部を水和反応しない粉体である石灰石微粉末に置換することによる膨張量の確保は、あまり効果が無かった。むしろ置換率が大きくなると収縮量が大きくなった。

(3) 汎用型の自己充填モルタルに低熱ポルトランドセメントを使用した場合、普通セメントを使用した場合よりも収縮量は小さかった。

今後は、どのようにすれば膨張量および収縮量の変化が小さい自己充填モルタルが出来るのか、材料、配合および養生方法などの研究を継続していく予定である

【参考文献】

[1] 大内雅博, 謝明宏, 島弘: 膨張材を使用した自己充填コンクリートのひび割れ防止, 高知工科大学紀要, 第2巻第1号, pp. 182-186, 2005年.