

エコセメントを用いた半たわみ性混合物の膨張材による曲げ強度向上効果

太平洋セメント株式会社 正会員 ○小島 克仁、岸良 竜、河野 克哉

1. はじめに

半たわみ性舗装に使用するセメントミルクの強度を増加させることで、半たわみ性混合物の曲げ強度や塑性変形抵抗性の向上が期待できる。セメントミルクの強度を増加させる方策としては、水結合材比を小さくすることが有効であるが、粘性の増加や流動性の低下により、アスファルト母材へのセメントミルクの充填作業に支障が生じる恐れがある。一方、セメントミルクに膨張材を使用した場合、セメントミルクの膨張をアスファルト混合物が拘束し、ケミカルプレストレスによる曲げ強度の向上効果が得られる可能性がある。

本研究では、膨張材の使用による半たわみ性混合物の曲げ強度向上効果について検討を行った。

表1 セメントミルクの使用材料

材料	記号	内容
水	W	上水道水
プレミックス粉体	P	半たわみ性舗装用セメント注入材、普通タイプ(エコセメント使用品)
膨張材	EX	早強性膨張材(石灰系)

表2 セメントミルクの配合

水準	W/(P+EX) (%)	単位量(kg/m ³)		
		W	P	EX
EX0	46	561	1220	0
EX15		561	1206	15
EX20		562	1201	20
EX26		562	1195	26

表3 試験項目および試験方法

種類	試験項目	試験方法	備考
セメントミルク	フロー	P ロート	—
	圧縮強度 曲げ強度	JIS R 5201	材齢7日、28日 20℃、封緘養生
	膨張量	埋込み型 ひずみ計	20℃、封緘養生
半たわみ性混合物	セメントミルクの 充填率	打込み前後 の質量から 算出	—
	曲げ強度	土木材料 仕様書 (東京都)	材齢7日、28日 20℃、封緘養生

2. 試験概要

2.1 使用材料および配合

表1に、セメントミルクの使用材料を示す。セメントミルクには、基材のセメントをエコセメントとした市販のプレミックス粉体を用いた。交通開放時間に応じて普通、早強、超速硬の3タイプあり、本研究では普通タイプを使用した。膨張材は石灰系の早強性膨張材を用いた。

表2に、セメントミルクの配合を示す。水プレミックス粉体比は、46%で一定とした。膨張材の使用量は15kg/m³、20kg/m³、26kg/m³とし、膨張材はプレミックス粉体の内割で用いた。

2.2 試験項目および試験方法

表3に、試験項目および試験方法を示す。セメントミルクの膨張量は、10×10×40cmの型枠内に設置した埋込み型ひずみ計で測定した。半たわみ性混合物におけるセメントミルクの充填率は、アスファルト母材、半たわみ性混合物の質量および配合上のセメントミルクの単位容積質量から算出した。

2.3 練混ぜおよび供試体作製

セメントミルクの練混ぜは、20℃、60%RH以上の恒温室で行った。練混ぜには、ハンドミキサ(回転数1300rpm)を使用した。

アスファルト母材の寸法は30×30×5cmとした。設計空隙率25%とし、実測した全空隙率は25.2～25.6%、連続空隙率は19.0～20.3%であった。セメントミルクの練上がり後、アスファルト母材の上面からセメントミルクを流しこみ、さらに上面および側面から壁打ちバイブレータによる振動を与えて、セメントミルクを充填させた。

3. 試験結果

3.1 セメントミルク

表4に、セメントミルクの物性を示す。Pロート流下時間は、いずれの配合も東京都の土木材料仕様書

キーワード エコセメント、半たわみ性舗装、膨張材、曲げ強度、ケミカルプレストレス

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL.043-498-3893

に規定される 10～14 秒を満足した。膨張材の使用の有無、使用量による P ロート流下時間の違いは確認されなかった。

セメントミルクの圧縮強度は膨張材の使用にかかわらず同程度であったが、曲げ強度は膨張材の使用量の増加にともない低下する傾向がみられた。これは、無拘束状態でセメントミルクの硬化体に膨張が生じたことで、供試体内部の組織が弛緩したため¹⁾と考えられる。

図 1 に、セメントミルクの膨張量を示す。なお、長さ変化の起点はセメントミルクの打込み時とし、セメントミルクの熱膨張係数は 15.0×10^{-6} とした。膨張材を使用した配合は、打込みから約 10 時間経過後から膨張を開始し、材齢 1 日以降はほぼ一定で推移した。材齢 7 日の膨張量は、EX15 で 587×10^{-6} 、EX20 で 636×10^{-6} 、EX26 で 1469×10^{-6} であった。

3.2 半たわみ性混合物

半たわみ性混合物におけるセメントミルクの充填率は、対全空隙率で 81～83%、対連続空隙率で 103～109%であり、アスファルト母材へのセメントミルクの充填は十分に行われたと判断した。

図 2 に、半たわみ性混合物の曲げ強度を示す。EX15 および EX20 の曲げ強度は、EX0 と比較して材齢 7 日では 0.9～1.5 割、材齢 28 日では 0.3～1.4 割増加した。これは膨張材によるセメントミルクの膨張をアスファルト母材が拘束し、ケミカルプレストレスが生じたためと推察される。アスファルト混合物の弾性係数は $1 \sim 10 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ 程度²⁾と必ずしも大きくないにもかかわらず、半たわみ性混合物においても膨張材の使用による曲げ強度の向上効果が得られることが明らかとなった。曲げ強度の向上効果は、材齢 7 日に比べ材齢 28 日では低下している。これはアスファルト母材のクリープにより、材齢の経過とともに拘束効果が低下したことが一因として考えられる。

EX26 の曲げ強度は EX0 より低下した。セメントミルクの膨張が過大になると、アスファルト母材によるセメントミルクの膨張の拘束が不十分となり、セメントミルクの硬化体組織に緩みが生じ強度低下が生じたと推察される。したがって、膨張材の使用による曲げ強度の向上効果を得るには、膨張材の使用量に適切な範囲があると考えられる。

表 4 セメントミルクの物性

水準	P ロート 流下時間 (秒)	圧縮強度 (N/mm ²)		曲げ強度 (N/mm ²)	
		7 日	28 日	7 日	28 日
EX0	11	20.1	33.6	4.61	6.09
EX15	11	22.4	31.4	3.87	6.26
EX20	11	21.7	32.5	3.41	7.18
EX26	12	21.4	33.0	3.28	5.22

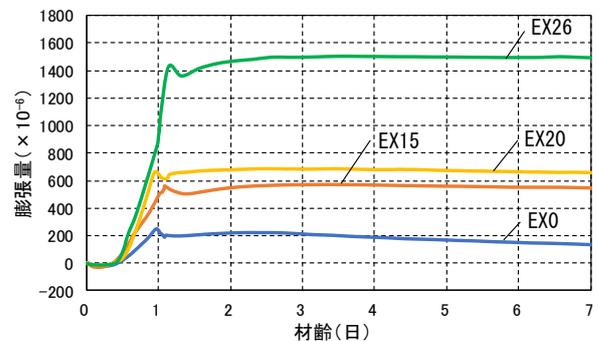


図 1 セメントミルクの膨張量

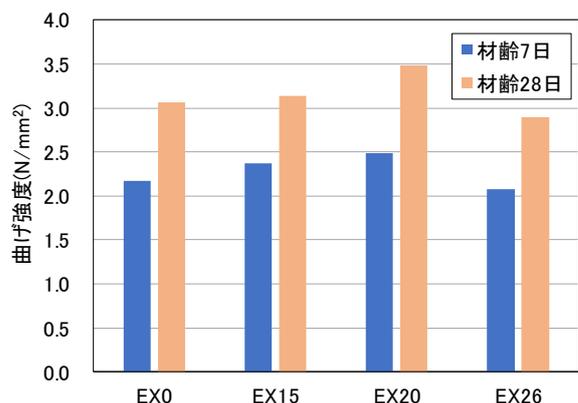


図 2 半たわみ性混合物の曲げ強度

4. まとめ

膨張材を用いた半たわみ性混合物の曲げ強度向上効果について検討を行った。膨張材の使用量が 20 kg/m^3 までは、膨張材の使用により約 0.5～1.5 割の曲げ強度向上効果が得られた。一方、膨張材の使用量が過大になると曲げ強度は低下し、膨張材の使用量には適切な範囲があると考えられた。

謝辞

本研究を行うにあたり秩父コンクリート工業(株)のご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 山本賢司ほか：膨張材を混和したセメントの膨張機構、コンクリート工学論文集第 14 巻第 3 号、pp.23-31(2003)
- 土木学会 舗装工学委員会：多層弾性理論による舗装構造解析入門、舗装工学ライブラリー3、(2005)