

木質系ポリマーモルタルの膨張特性に関する研究

秋田大学 学生員 ○針生一成 秋田大学 学生員 深谷繁貴
秋田大学 正会員 徳重英信 秋田大学 フェロー 川上 洵
秋田県立大学 正会員 栗本康司

1. はじめに

建設工事時に排出される木質系廃棄物は他の廃棄物と比べて再資源化率が低く、有効利用が求められている。近年木質系廃棄物を骨材に用いた歩道舗装の弾力性などを活かして、遊歩道などに適用する例がある。木質系ポリマーモルタルは結合材に液化木粉ポリウレタン、骨材に砕砂や木粉を用いたモルタル¹⁾であり、本研究では木質系ポリマーモルタルの歩道舗装材への適用を想定し、供試体の膨張特性と力学的性質について実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

結合材に液化木粉樹脂(LW:密度 1.20g/cm³)とポリメチルジフェニルジイソシアネート(PMDI)の結合で作製した液化木粉ポリウレタン(LU)を用いた。骨材は表-1 に示す砕砂(S)と木粉(RS)の2種類の細骨材を用いた。LUの配合を表-2に、砕砂を骨材に用いた木質系ポリマーモルタル(LS)の配合および木粉を骨材に用いた木質系ポリマーモルタル(LRS)の配合を表-3 および表-4 に示す。表中の p/a は LU と骨材の絶対容積比、I/L は PMDI と LW の質量比を示している。

2.2 練混ぜ方法

LW と PMDI をハイスピードミキサー(5000rpm)で 30 秒間攪拌し結合材を作製し、骨材と結合材をモルタルミキサーで 3 分間練り混ぜている。

2.3 膨張試験

膨張試験は練混ぜ終了直後の試料を結合材量が 50ml となるようにプラスチックカップに入れ、20℃、60%R.H.で膨張体積と温度変化を測定している。また、材齢 1 日で単位体積質量と空隙率の測定を行っている。

2.4 曲げ強度試験

供試体の寸法は 40×40×160mm であり、20℃、60%R.H.で気中養生の後、材齢 7 日で曲げ強度とスパン中心の変位を測定した。

3 実験結果および考察

3.1 膨張試験結果

(1) 結合材の膨張特性

結合材の膨張率と経過時間の関係および結合材の発熱温度と経過時間の関係を図-1 および図-2 に示す。LW と PMDI が反応する際に CO₂ を発生し、供試体中に滞留する場合に膨張が生じる。結合材の膨張は練混ぜ直後から発生し、20 分ほどで一定の値になることが明らかとなった。これは結合材が反応を始めると同時に膨張が始まり、硬化が進むと CO₂ が結合材中に滞留し、膨張率が一定値になったものと考えられる。また、最大発熱温度は、I/L=80%の方が 50%の場合より 10℃程度高く、最大発熱温度に達するまでは膨張が継続した。

表-1 骨材の物理的性質

骨材	最大粒径 (mm)	絶乾密度 (g/cm ³)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
砕砂(S)	5.0	2.78	2.80	0.56
木粉(RS)	6.0	0.37	1.04	180

表-2 結合材の配合

供試体名	I/L (%)	単位量(kg/m ³)	
		LW	PMDI
LU80	80	606	485
LU50	50	743	371

表-3 ポリマーモルタルの配合(砕砂)

供試体名	I/L (%)	p/a (%)	単位量(kg/m ³)		
			LW	PMDI	S
LS80-100	80	100	303	242	1376
LS80-70		70	250	200	1619
LS80-40		40	173	139	1966
LS80-20		20	101	81	2294
LS50-100	50	100	371	186	1376
LS50-70		70	306	153	1619
LS50-40		40	212	106	1966
LS50-20		20	124	62	2294

表-4 ポリマーモルタルの配合(木粉)

供試体名	I/L (%)	p/a (%)	単位量(kg/m ³)		
			LW	PMDI	RS
LRS80-100	80	100	303	242	183
LRS80-70		70	250	200	215
LRS80-40		40	173	139	262
LRS80-20		20	101	81	305
LRS50-100	50	100	371	186	183
LRS50-70		70	306	153	215
LRS50-40		40	212	106	262
LRS50-20		20	124	62	305

(2) ポリマーモルタルの膨張特性

材齢 1 日での膨張率と p/a の関係および空隙率と p/a の関係を図-3 および図-4 に示す。 $p/a=70\%$ と 100% の配合では、 $I/L=80\%$ の配合の方が $p/a=50\%$ に比べ 2 倍程度高い傾向を示している。これは $I/L=80\%$ の硬化が進んでいるため、供試体の表面からの CO_2 の放出が困難となっていることが影響したものと考えられる。また、 $p/a=20\%$ および 40% の場合は膨張がほとんど認められない。これは骨材間の結合材量が少なくなり連続した空隙が構成され、 CO_2 の放出が容易になったことが影響したものと考えられる。

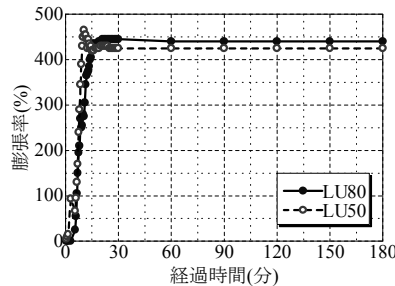


図-1 膨張率と経過時間の関係(結合材)

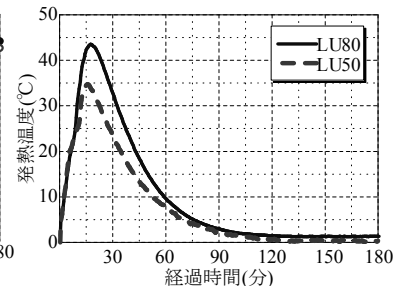


図-2 発熱温度と経過時間の関係(結合材)

一方、 $p/a=70\%$ と 100% では p/a の増加とともに膨張率も増加した。これは p/a が増加すると骨材間の結合材量が増加し、連続空隙が減少し、 CO_2 が滞留したことが要因と考えられる。また、木粉を骨材に用いた方が砕砂を用いた場合より膨張率が2~3 倍程度高くなった。

モルタルの空隙率は図-4 に示すように $p/a=40\%$ で若干低下したが p/a の増加とともに増加している。 $p/a=20\%$ では骨材間の空隙量が大きく、 $p/a=70\%$ 、 100% は CO_2 による膨張が原因と考えられる。

3.2 曲げ強度試験結果

曲げ強度と p/a の関係および支間中央の破壊時の変位と p/a の関係を図-5 および図-6 に示す。曲げ強度は $p/a=40\%$ で最大値を示し、それ以降は低下している。これは図-4 に示したように、空隙率が $p/a=40\%$ で最も低くなっていることが影響したものと考えられる。また $I/L=80\%$ と 50% で比較すると、 80% の方が2 倍から 5 倍程度高くなった。これは $I/L=80\%$ の方が結合材の反応性が高いため、曲げ強度が高くなったものと考えられる。

一方、最大応力時の変位は $I/L=50\%$ の配合では p/a の増加に伴いほぼ直線的に増加し、 $I/L=80\%$ は $I/L=50\%$ と比較して結合材の反応性が低いために変形が大きい特性を持っていることが影響したものと考えられる。また、 p/a の増加により結合材の変形が支配的になったことも影響したと考えられる。

4. まとめ

(1) 液化木粉ポリウレタンの膨張は、最大発熱温度到達時以降では一定となり、木質系ポリマーモルタルの膨張は p/a が 40% 以上でほぼ直線的に増加する。

(2) 木質系ポリマーモルタルの曲げ強度は I/L の増加にともない増加し、 p/a が 40% で最大となる。曲げ強度試験時の変位は、 I/L が 80% では p/a を増加させても変化は認められないが、 I/L が 50% の場合には p/a の増加に伴ってほぼ直線的に増加する。

【参考文献】1) 深谷繁貴ほか：「木質系ポリマーモルタルの物理的性質に関する研究」、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、V-35、2008

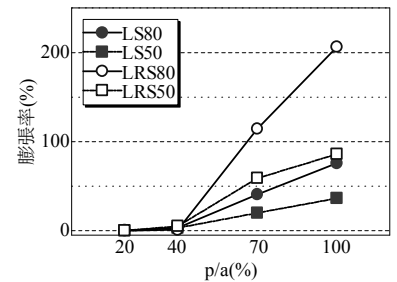


図-3 材齢 1 日での膨張率と p/a の関係(モルタル)

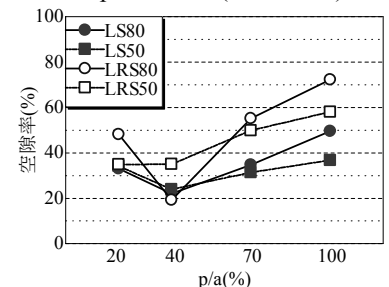


図-4 空隙率と p/a の関係(モルタル)

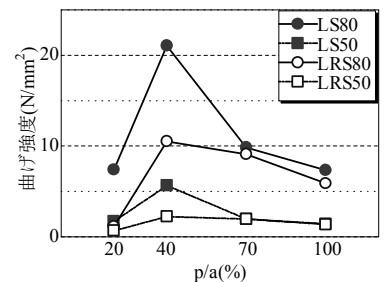


図-5 曲げ強度と p/a の関係(モルタル)

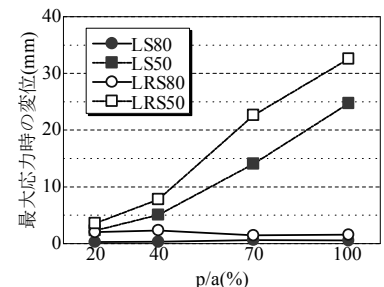


図-6 支間中央の破壊時の変位と p/a の関係(モルタル)