

木質系ポリマーモルタルの物理的性質に関する研究

秋田大学 学生会員 ○ 深谷繁貴 秋田大学 正会員 徳重英信
秋田大学 学生会員 八代大介 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建設支障木などの木質系廃棄物は、セメントコンクリートや鉄鋼などに比べリサイクル率が低く有効利用が求められている。その中で、木材の質感や弾力性に着目し、廃木質材料は遊歩道などの舗装材料へ骨材として近年徐々に利用されてきている。本研究は廃木質材料を原料にした木粉および砕砂を骨材に、液化木粉ポリウレタンを結合材に用いて、木質系ポリマーモルタルを作製し物理的性質を明らかにした。遊歩道などの歩道舗装材への適応を目的としているので、歩道舗装材は雨水や日照、湿度変化などによる劣化が考えられる。そこで、乾湿繰り返しに対する耐久性についても実験的検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

使用材料は、結合材に液化木粉樹脂(LW:密度 1.20g/cm^3)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 種類を用いた。供試体の配合を表-2 および表-3 に示す。表中の p/a はペースト(LU)と骨材の容積比を、 P/L は PMDI と LW の質量比を示している。

2.2 供試体の作製と物理的性質試験

供試体の寸法は、圧縮強度試験では $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 、曲げ強度試験では $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ を用いた。LW と PMDI を高速ミキサー(5000rpm)で 30 秒攪拌し LU を作製後、LU と骨材をミキサーで 3 分間練り混ぜ、突き棒での突固めにより供試体を作製した。なお骨材は、S および RS とともに乾燥炉(24 時間、 105°C)で絶乾状態としている。供試体は $20^\circ\text{C} \cdot 60\%\text{R.H.}$ での気中養生の後、材齢 7 日で圧縮強度、曲げ強度、および弾性係数を測定している。

2.3 乾湿繰り返し試験

供試体は表-2 および表-3 中の $p/a=30\%$ のものを除く 8 配合を用いている。試験は材齢 7 日で 24 時間浸水 (20°C) と 24 時間乾燥(105°C)を 1 サイクルとして行った。供試体は、0、6、11 および 16 サイクル目で圧縮強度、曲げ強度、および弾性係数を測定している。

3. 実験結果および考察

3.1 物理的性質試験結果

圧縮強度と p/a の関係を図-1 に、曲げ強度と p/a の関係を図-2 に示す。 P/L が 50%の場合には、骨材 S および骨材 RS を用いた供試体ともに、圧縮強度も曲げ強度も $0.4 \sim 3.0\text{N/mm}^2$ 程度と p/a の増加に伴う強度の上昇はあまり認められない。一方、 P/L が 80%の場合には、骨材 RS を用いた供試体の圧縮強度は p/a の増加とともに $2.0 \sim 14.0\text{N/mm}^2$ 程度に上昇し、曲げ強度も p/a の増加にしたがって上昇している。骨材 S を用いた場合には、圧縮強度は $12 \sim 34\text{N/mm}^2$ 程度に、曲げ強度は $8 \sim 19\text{N/mm}^2$ 程度にまで上昇することが明らかとなった。 P/L が 50%の場合に

表-1 骨材の物理的性質

骨材	絶乾密度 (g/cm^3)	表乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)
砕砂(S)	2.78	2.80	0.56
木粉(RS)	0.36	0.92	155

表-2 骨材に砕砂を用いた木質系
ポリマーモルタルの配合

供試体	P/L (%)	p/a (%)	単位量(kg/m^3)		
			LW	PMDI	S
LS80-40	80	40	173	139	1966
LS80-30		30	140	112	2117
LS80-20		20	101	81	2294
LS50-40	50	40	212	106	1966
LS50-30		30	171	86	2117
LS50-20		20	124	62	2294

表-3 骨材に木粉を用いた木質系
ポリマーモルタルの配合

供試体	P/L (%)	p/a (%)	単位量(kg/m^3)		
			LW	PMDI	RS
LRS80-40	80	40	173	139	255
LRS80-30		30	140	112	274
LRS80-20		20	101	81	297
LRS50-40	50	40	212	106	255
LRS50-30		30	171	86	274
LRS50-20		20	124	62	297

は、ポリマーモルタルの破壊強度に対してペーストの強度が支配的となったものの、P/L を 80%に増加すると、PMDI 量の増加に伴いペースト強度が上昇し、骨材強度の差がモルタル強度に対して支配的となったことが影響したものと考えられる。

3.2 乾湿繰返し試験結果

骨材 S を用いた木質系ポリマーモルタル(LS)の圧縮強度および曲げ強度と乾湿繰返しサイクルの関係を図-3 および図-4 に、骨材 RS を用いた木質系ポリマーモルタル(LRS)の圧縮強度および曲げ強度と乾湿繰返しサイクルの関係を図-5 および図-6 に示す。供試体 LS の圧縮強度および曲げ強度は、乾湿繰返しサイクルの経過とともに漸増しているが、供試体 LRS については P/L=80%の場合に初期のサイクルで低下する傾向を示した。

乾湿繰返し 0 サイクルの強度に対する 16 サイクルでの強度増加および強度増加率を図-7 および図-8 に示す。供試体 LS および LRS とともに、乾湿繰返し試験後の強度は、P/L=50%では強度増加が認められるが、P/L=80%の場合には強度が低下するものも認められた。

以上の結果には、液化木粉ポリウレタン樹脂の物性に対して、高温乾燥による結合材の強度増加または劣化、および湿潤環境下での加水分解による結合材の劣化が複合的に作用し、さらに結合材と骨材との付着特性、木質系骨材を含めた木質系ポリマーモルタル内部の水分移動など、様々な現象が複合的に作用していることが影響しているものと考えられる。したがって、3.1 節で述べた強度特性に及ぼす結合材量と結合材強度の影響とともに、詳細な検討が必要となるものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲で得られた結果は以下のとおりとなる。

- (1)木質系ポリマーモルタルの圧縮強度および曲げ強度は、P/L が 50% の場合は結合材量が増加しても、骨材の種類に影響されずほぼ一定の値を示すが、P/L=80%の場合には結合材量の増加とともに上昇する。
- (2)乾湿繰返し環境下にある木質系ポリマーモルタルの強度は、P/L が 50%の場合には増加が認められたが、P/L が 80%の場合には低下する場合もあり、結合材に与える熱と水分の影響については詳細な検討が必要であると考えられる。

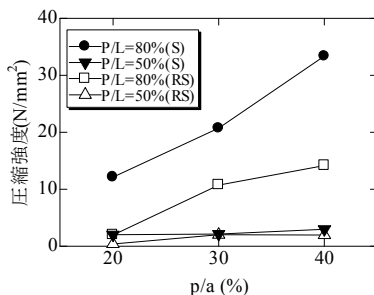


図-1 圧縮強度と p/a の関係

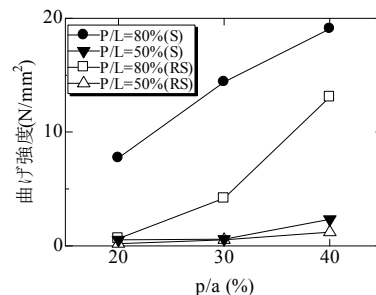


図-2 曲げ強度と p/a の関係

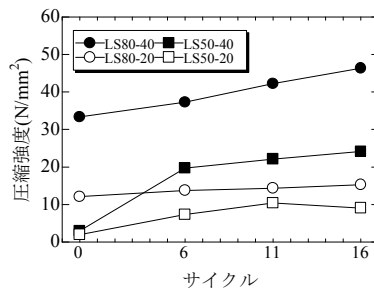


図-3 圧縮強度と乾湿繰返しサイクルの関係(骨材 S)

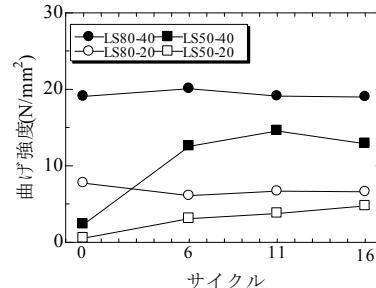


図-4 曲げ強度と乾湿繰返しサイクルの関係(骨材 S)

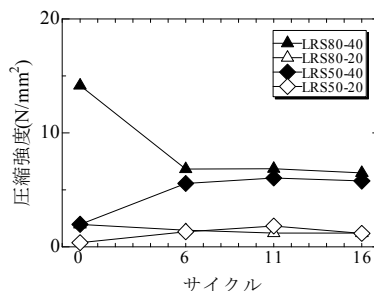


図-5 圧縮強度と乾湿繰返しサイクルの関係(骨材 RS)

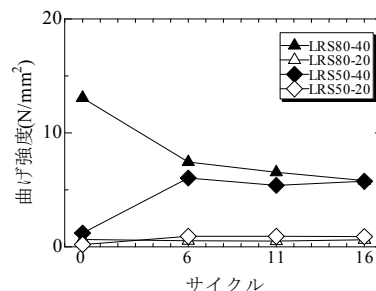


図-6 曲げ強度と乾湿繰返しサイクルの関係(骨材 RS)

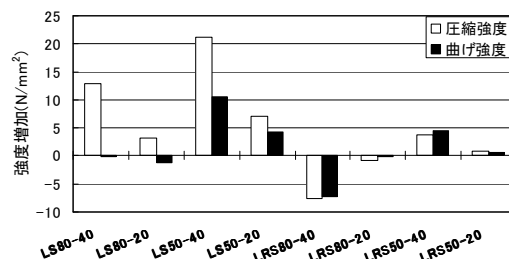


図-7 乾湿繰返しによる強度増加

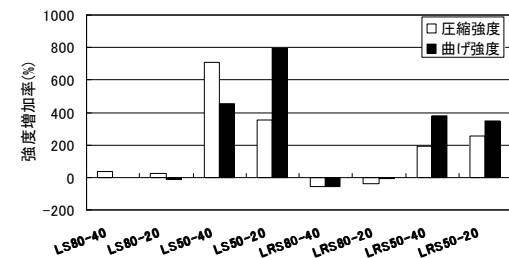


図-8 乾湿繰返しによる強度増加率