

乾湿繰返しを受ける液化木粉ウレタンポリマーモルタルの力学的性質に関する研究

秋田大学 学生会員 ○石川 周 秋田大学 正会員 徳重英信
秋田県立大学 正会員 栗本康司 秋田大学 フェロー 川上 洵

1. はじめに

著者らはこれまで、建設支障木や間伐材などの建設発生木材を原料とした、木材の持つ弾力性や景観性に着目し、歩道舗装材への適用を想定した、液化木粉ウレタンポリマーモルタルの研究・開発が進められてきた¹⁾。液化木粉ウレタンポリマーモルタルの曲げ強度特性、すべり抵抗性、衝撃吸収性などの物理的特性、さらに紫外線照射および乾湿繰返しに対する耐候性について実験的検討を行っているが、乾湿繰返しを受けた液化木粉ウレタンポリマーモルタルは、曲げ強度が著しく低下するという問題があることが明らかとなった。そこで本研究では、乾湿繰返しによる強度低下を防ぐために、ポリプロピレングリコール(PPG)を液化木粉ウレタンポリマーモルタルに添加し、劣化の抑制を図ることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

結合材には液化木粉(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 に示す木粉(RS)および砕砂(S)の2種類を用いた。

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(%)
木粉(RS)	0.37	1.04	180
砕砂(S)	2.58	2.63	2.16

ポリプロピレングリコール(PPG)は分子量 4000、水酸基価 43mg/g のものを使用した。各示方配合および PPG の添加率を表-2 に示す。PPG の添加率は、LW に含まれる水酸基価の一部を PPG が含んでいる水酸基価で置き換えるように決定している。なお、表中の p/a はペースト(LU)と骨材の絶対容積比を、NCO/OH は PMDI 中のイソシアネート基価と LW 中の水酸基価の比を示している。

表-2 PPG の添加率

供試体	NCO/OH (%)	PPG/LW (OH.%)	p/a(%)	骨材
LRS117-0-40	117	0	40	木粉(RS)
LRS117-15-40		15		
LRS117-30-40		30		
LS117-0-40	117	0	40	砕砂(S)
LS117-15-40		15		
LS117-30-40		30		

2.2 供試体の作製

LW と PMDI を高速ミキサ(5000rpm)で 30 秒攪拌して練り混ぜ 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。PPG 添加の際は、PMDI 投入前に LW に混ぜ、30 秒攪拌した。なお骨材は RS および S とともに絶乾状態としている。

2.3 曲げ強度試験および硬さ試験

供試体の寸法は 40×40×160mm である。20℃・60%R.H.での気中養生を行い、材齢 7 日で JIS A 1106 に準じて曲げ強度を測定した。硬さ試験は曲げ強度試験と同様の供試体を用い、JIS A 6519 に準じて最大衝撃加速度の測定により行った。

2.4 乾湿繰返し試験

乾湿繰返し試験は、材齢 7 日の供試体を、24 時間乾燥(40℃, 0%R.H.)と 24 時間浸水(20℃)を 1 サイクルとした乾湿繰返しを行い、0, 10, 20, および 30 サイクル目で各物性値を測定した。

3. 実験結果および考察

曲げ強度と PPG 添加率の関係を図-1 と図-2 に、乾湿繰返し(20 サイクル)を受けた供試体の曲げ強度比と PPG 添加率の関係を図-3 に示す。なお、曲げ強度比とは、材齢 7 日の供試体の曲げ強度に対する、乾湿繰返しを受けた供
キーワード:ポリマーモルタル, 液化木粉, ウレタン, ポリプロピレングリコール, 曲げ強度, 硬さ, 乾湿繰返し
〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部土木環境工学科

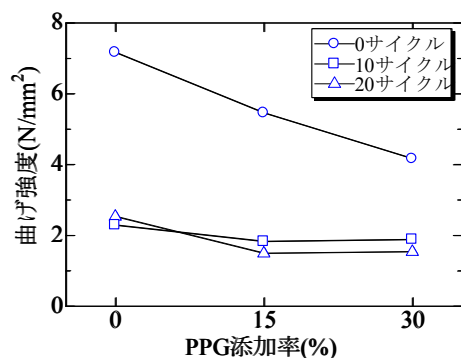


図-1 曲げ強度と PPG 添加率の関係(LS)

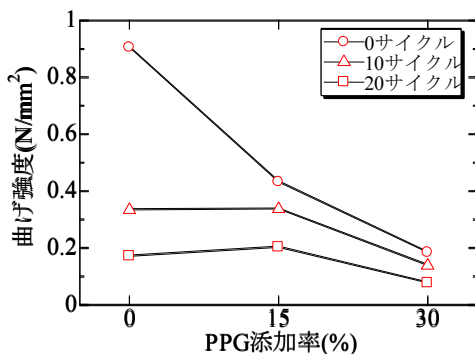


図-2 曲げ強度と PPG 添加率の関係(LRS)

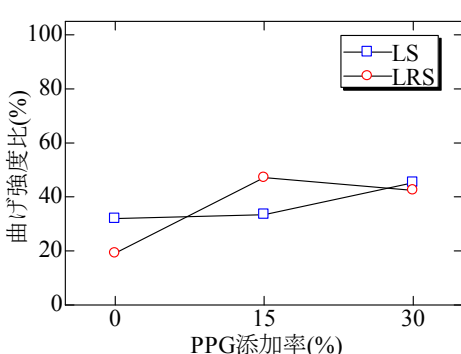


図-3 20 サイクル終了時の曲げ強度比と PPG 添加率の関係

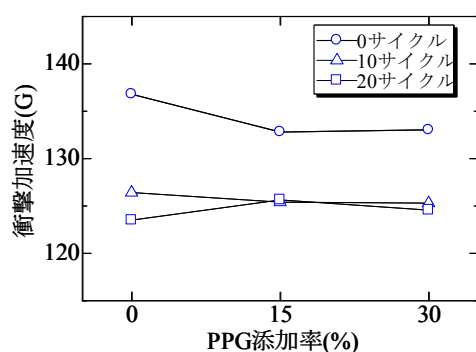


図-4 衝撃加速度と PPG 添加率の関係(LS)

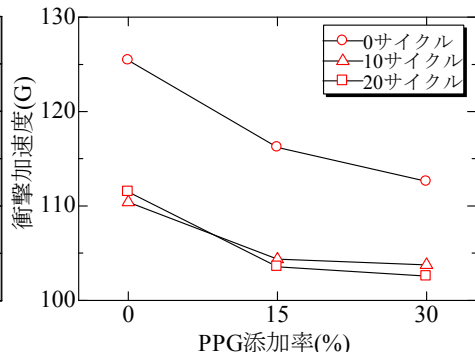


図-5 衝撃加速度と PPG 添加率の関係(LRS)

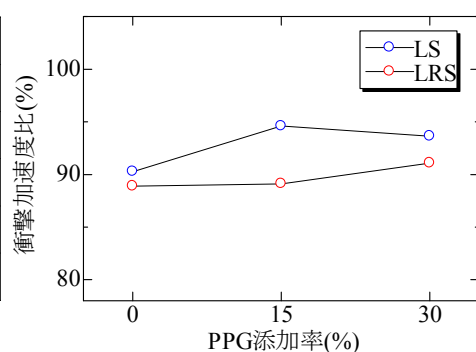


図-6 20 サイクル終了時の衝撃加速度比と PPG 添加率の関係

試体の曲げ強度との比であり、乾湿繰返しを受けたときの曲げ強度の低下率を表している。

骨材に砕石を用いた LS の曲げ強度は、PPG の添加により 20～40%の強度低下が見られ、また LRS についても、PPG の添加により 50～80%の強度低下が見られた。これは、LU と同様のポリオールである PPG を添加したことで LU 内の分子間距離が長くなり、分子同士の結合力が弱まったものと考えられる。一方、乾湿繰返し(20 サイクル)を受けた供試体については、図-3 に示すように、LRS に PPG を添加した場合、曲げ強度の低下を 80%程度から 40～50%程度に抑えられることが明らかとなった。これは、PPG の添加によって結合材の分子量が増加し、加水分解に対する抵抗が増加したためと考えられる。一方、LS については、PPG の添加にかかわらず強度低下が 70%前後と劣化が進んだ。結合材の主成分は木質由来であり、木粉を骨材として用いている LRS では、結合材の膨潤・収縮が骨材の膨張・収縮に追従したが、LS は砕砂を用いているために骨材界面での結合材の剥離が進行したことが影響しているのではないかと考えられる。

衝撃加速度と PPG 添加率の関係を図-4 と図-5 に、乾湿繰返し(20 サイクル)を受けた供試体の衝撃加速度比と PPG 添加率の関係を図-6 に示す。なお衝撃加速度比とは、材齢 7 日の供試体の衝撃加速度に対する、乾湿繰返しを受けた供試体の衝撃加速度との比であり、乾湿繰返しを受けたときの衝撃加速度の低下率を表している。衝撃加速度は PPG の添加により LS では 1～3%、LRS では 6～10%の低下が見られ、PPG 添加による LU 内の分子間距離の増加が結合材の変形の自由度を上げ、柔軟性が発現したことが影響したものと考えられる。乾湿繰返し(20 サイクル)を受けた供試体の衝撃加速度は、PPG の添加量による差異はあまり見られなかった。

4. まとめ

本研究では、PPG 添加率は 15%と 30%の 2 種類を採用して実験を行ったが、PPG 添加率が 15%でも強度低下を抑制することが可能であり、またポリマーモルタルへの柔軟性付与の可能性が強く期待できることが明らかとなった。

【参考文献】1)深谷，柴田，徳重ほか:木質系ポリマーモルタルの耐候性に関する研究，平成 21 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，V-22 (2010)