

粘土中に埋設した生分解性樹脂の強度特性

山口大学大学院 学 ○長谷川秀人

山口大学工学部 正 鈴木素之 山本哲朗

1.はじめに 建設工事や間伐等で発生する廃木材を地盤材料・地盤改良材としてリサイクルすることを目的として、木材と生分解性プラスチックを混練し、粒状に加工した複合素材（バイオマス混練樹脂と呼ばれる）に着目した。この材料を有効活用するうえで重要なこととして、土壌中での分解性およびそれに伴う強度変化を明らかにすることがあげられる。本文ではバイオマス混練樹脂を地盤材料として使用した場合を想定し、中性の粘土中に埋設した際の生分解性とその強度変化について考察する。

2.埋設試験概要 試験はバイオマス混練樹脂（以下、ペレットとする）の土壌中での分解性、強度変化を把握することを目的とする。表-1にペレットおよび他の材料の物性を示す。埋設試験方法はペレット 2.0 kg（自然乾燥状態）に対して、液性限界の2倍に調整した大道粘土 8.0kg（液性限界 $w_L \times 2 = 114.4\%$ ）を混合・攪拌する。混合後は定期的に含水比調整を行ないながら常温の室内に静置する。所定の埋設期間経過後は $850\mu\text{m}$ のふるいを用いてペレットを洗い出し、自然乾燥させる。今回は埋設期間 90 日、180 日のケースについて報告する。

3.形状測定 写真-1(a), (b)それぞれ埋設試験前、埋設期間 180 日のペレットの写真を示す。埋設前のペレットの表面が薄茶色で木材としての質感があったのに対し、埋設試験後の試料は灰色に変色・色落ちしている。また、目視で判定した限りでは表面付近が若干劣化しているペレットが多いものの、形状自体は初期の粒状態を比較的維持しており、埋設期間 90 日、180 日程度では著しく分解したようには認められなかった。

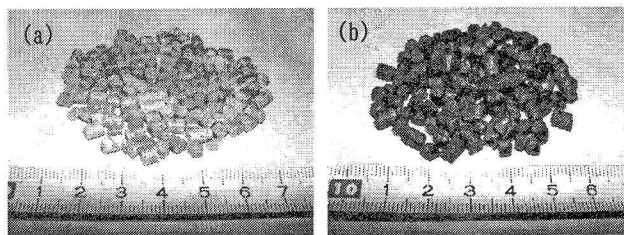


写真-1 埋設試験前後のバイオマス混練樹脂の変化

図-1(a), (b)にそれぞれ埋設前、埋設期間 90 日、180 日のペレット単粒子の形状測定（高さ H, 直径 D）の結果を示す。H に関してはほぼ変化はないといえるが D は埋設試験後のほうが若干増加している。これは加工段階で相当な力で押し固められていたペレットが水を吸水したことにより膨張し、骨格が塑性変形したものと考えられる。

表-1 物理的・化学的性質

	G_s	$\rho_{dmin}(\text{g/cm}^3)$	$\rho_{dmax}(\text{g/cm}^3)$	$L_L(\%)$
ペレット	1.343	0.582	0.675	99.5
豊浦砂	2.639	1.340	1.637	0.41
ポリ乳酸	1.25~1.29	—	—	—
木材	1.54	—	—	—

4.生分解率 ペレットの生分解性の評価指標として生分解率 B を式(1)で定義する。

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

m_1 ：埋設試験前の自然乾燥質量， m_2 ：埋設試験後の自然乾燥質量である。表-2に埋設期間 90 日、180 日の質量変化を示す。生分解率はそれぞれ 0.65 %、2.40%であり、その生分解率はごくわずかであった。これらより、粘土中に埋設期間 180 日程度では、著しい生分解や水中分解などの反応は確認されない。今回適用した埋設試験方法では少なくともペレットが長期間、湿潤状態にあ

表-2 埋設期間による生分解率

埋設期間 $\Delta T(\text{日})$	埋設試験前 質量 $m_1(\text{g})$	埋設試験後 質量 $m_2(\text{g})$	生分解率 B (%)	含水比 $w_{\text{wet}}(\%)$
90	2000.0	1987.0	0.65	41.7
180	2000.0	1952.1	2.40	42.8

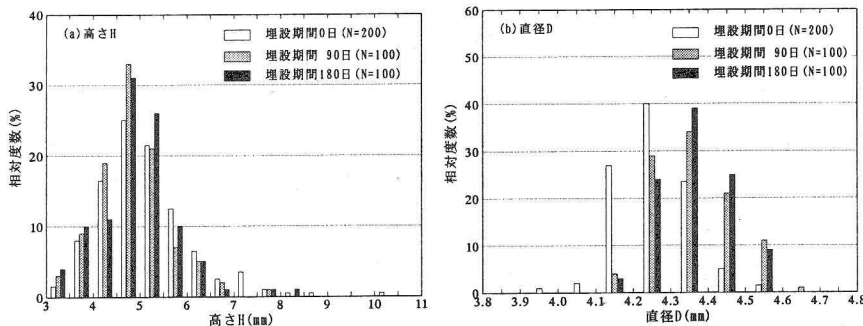


図-1 埋設試験前後の形状測定

っても水中分解することなく形状を保持することが可能であることが確認できた。また、分解性に影響を与える因子の一つに土壌のpHの影響がある。特にペレットにはポリ乳酸が含まれているため土壌の化学的性質によりその分解速度は大きく影響を受けることが予測され、今後の課題として検討する予定である。

5. 単粒子強度 試験はペレット単粒子が円柱状を呈していることから、寸法は規定外であるが、この単粒子を一種の微小な円柱供試体とみなして、一軸圧縮試験と割裂引張試験を実施した(試験方法詳細は参考文献 1)に記載する)。試験条件は自然乾燥状態と対象試料を一週間純水中で水浸させた湿潤状態の2ケースを実施した。試験回数 N は埋設試験前の試料について各 50 回、埋設期間 90 日の試料について各 25 回を実施した。図-2 に埋設試験前後のペレットの一軸圧縮強度と縦横比 R_d の関係を示す。 R_d とはペレットの直径 D と高さ H の比 D/H である。平均一軸圧

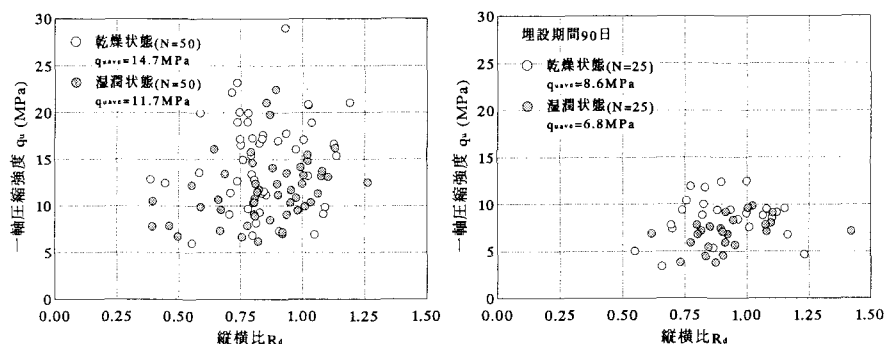


図-2 埋設試験前後の一軸圧縮強度分布

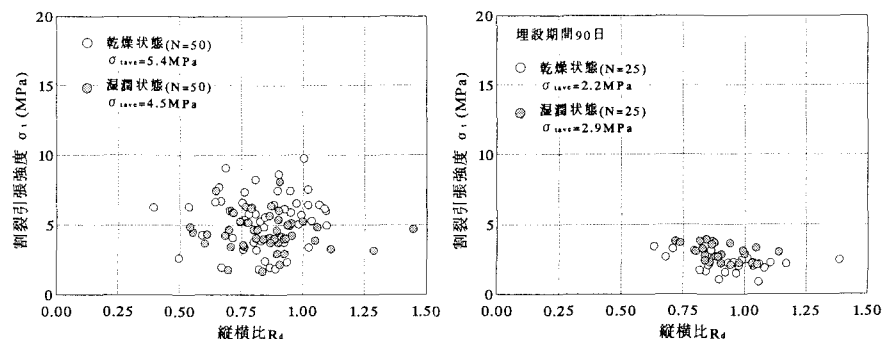


図-3 埋設試験前後の割裂引張強度分布

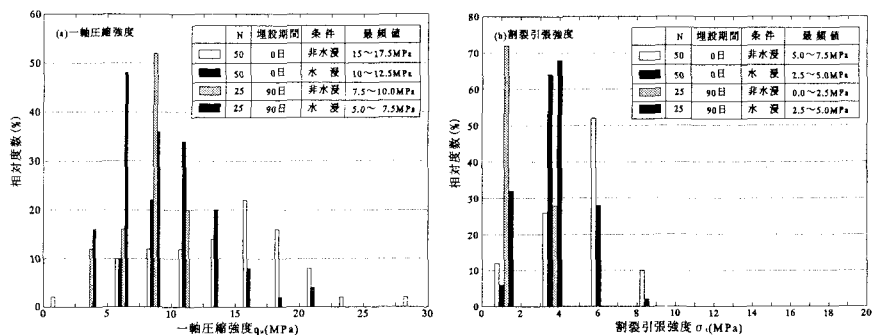


図-4 単粒子強度のヒストグラム

縮強度は埋設試験前が乾燥状態で $q_u=14.7$ MPa, 湿潤状態 $q_u=11.7$ MPa, 埋設試験後が乾燥状態で $q_u=8.6$ MPa, 湿潤状態 $q_u=6.8$ MPa であった。乾燥状態と湿潤状態の q_u はいずれも変動幅が大きく、供試体の寸法比である縦横比 R_d との関連性も見出されない。図-3 に埋設試験前後の割裂引張強度を示す。平均割裂引張強度 σ_t は埋設試験前が乾燥状態で $\sigma_t=5.4$ MPa, 湿潤状態で $\sigma_t=4.5$ MPa, 埋設試験後が乾燥状態で $\sigma_t=2.2$ MPa, 湿潤状態 $\sigma_t=2.9$ MPa であった。埋設試験後の各強度はいずれも埋設試験前の約 1/2 まで低下しており、材質の劣化が進行したことが推察される。図-4 にこれらの結果をヒストグラムとしてまとめたものを示す。頻度分布は埋設試験後の方がいずれも左方にずれ、分布範囲が縮小している。

6. 結論 ペレットを粘土中で埋設した場合の生分解率は埋設期間 90 日で 0.65 %, 180 日で 2.40 %であり、分解はほとんど認められなかった。一方、埋設期間 90 日の一軸圧縮強度、割裂引張強度は埋設前と比較し約 1/2 に低下しており、長期間湿潤状態にあったため材質の劣化と構造が軟質化したことが考えられる。今後の課題として集合体としての強度の変化を検討する必要がある。

謝辞 渡邊良一氏には試料提供の面でお世話になった。ここに記して深く感謝の意を表す次第である。

【参考文献】1) 鈴木素之, 山本哲朗, 長谷川秀人, 渡邊良一: 廃木材を混練した生分解樹脂の力学的挙動, 地盤と建設, Vol. 22, No. 1, pp. 9-17, 2004.