

きのこ廃菌床を混合したコンクリートブロックの開発

鹿児島工業高等専門学校 (学) ○坪口 貴斗, (正) 安井 賢太郎, (正) 山内 正仁

1. はじめに

我が国では食用きのこの栽培が盛んであり, その栽培過程においては可食部の 2~3 倍の使用済み菌床 (以下, 廃菌床) が排出され, きのこと全体で年間約 180 万トンにも上る。現在, 廃菌床の一部は農業用肥料や家畜飼料として利用されているが, その殆どが焼却, 若しくは埋め立てられていることから, 廃菌床の特徴を活かした利用方法の開発が求められている。

一方, 海域における藻場は減少しており, 全国の藻場面積は, 1990 年から 8 年間で 30%減少し²⁾, 現在も減り続けている。この要因には, 生物による食害, 海洋汚染, 多量の化学物質流入が挙げられるが, 藻場減少対策のため農林水産省は藻場造成ブロック (漁礁ブロック) 等の設置を進めている。

既往の研究では, 廃菌床には菌糸由来のアミノ酸の素となる粗たんぱく質が多く含まれること, またアミノ酸が混和されたコンクリートには高い集魚効果と早期の生物相付着効果が報告されている³⁾。

本研究では, 廃菌床の成分とその効果に着目し, 廃菌床を用いたコンクリートブロック (以下, 廃菌床コンクリート) を作製し, 廃菌床の混合がコンクリート性状と生物相の付着に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリート配合

図-1 に本研究で使用した廃菌床を示し, 表-1 にその成分組成を示す。廃菌床の原料は針葉樹おが屑 80%, 米糠 15%, コーンコブ 5%である。原料の粒径が異なることによるモルタル品質の変動を防ぐため, 廃菌床は乾燥後に破碎し, 5 mm ふるいを通過したものを使用した。廃菌床の成分組成から 90.3%は有機物であり, その灰分にはカルシウムやリンが数%含まれていた。

表-2 に廃菌床を混合したコンクリートの配合及び使用材料を示す。結合材には有機質系固化材を使用した。これは, 有機物に含まれるフルボ酸やフミン酸が, 水と反応を阻害することを考慮し, セメントの代替材料としたものである。配合では, 結合材量と圧縮強度の関係を確認するために W/P を 45~55%と変えた。また, 廃菌床の混合率は結合材量に対して 0~8%の外割混合



図-1 乾燥後の廃菌床



図-2 廃菌床モルタル模型

表-1 廃菌床の化学成分組成 (Wt.%)

CaO	P ₂ O ₅	MgO	K ₂ O	SiO ₂	SO ₃	Others	Ig. loss
3.74	2.93	1.58	0.65	0.61	0.12	0.07	90.3

表-2 示方配合及び使用材料

W/P (%)	水	結合材	細骨材	粗骨材	混和剤	廃菌床 B (Wt%)
	W	P	S	G	A	
(kg/m ³)						(g/m ³)
45	160	352	846	943	3738	P× 0, 2, 4, 8
50	+	320	859	958	3360	
55	調整水	288	872	972	3056	
50	160	320	863	962	3360	C×0, 4
水 (W) : 水道水, $\rho_w = 1.00 \text{ g/cm}^3$, 結合材 (P) : 有機質系固化材, $\rho_p = 3.06 \text{ g/cm}^3$ セメント (C) : 普通ポルトランドセメント, $\rho_c = 3.16 \text{ g/cm}^3$ 細骨材 (S) : 海砂 (鹿児島県指宿市沖合), $\rho_s = 2.54 \text{ g/cm}^3$ 粗骨材 (G) : 砕石 2005 (鹿児島県吹上町田尻), $\rho_g = 2.72 \text{ g/cm}^3$ 混和剤 (A) : マスターポリート [®] 15L, $\rho_A = 1.05 \text{ g/cm}^3$						

とし, 乾燥後の廃菌床が練り混ぜ水を吸収することが予想されたため, 廃菌床 1 g に対して 1.18 g の調整水を練り混ぜ水に追加した。また, 結合材にセメントを用いた際の強度低下を確認するため, 廃菌床混合率 0, 4%の供試体をそれぞれ作製した。

2.2 供試体作製および実験方法

試験体作製は, まずオムニミキサに廃菌床, 固化材, 及び骨材を入れて空練り後, 水と混和剤を注入しながら 90 秒間混練した。次に $\phi 100 \times H 200 \text{ mm}$ のモールド内でコンクリートを締固め, 温度 20°C, 湿度 80%の恒温恒湿室で 28 日間湿布養生した。測定項目は, フレッシュコンクリートのスランプ (JIS A 1101) 及び空気量 (JIS A 1128), 圧縮強度 (JIS A 1108) である。また, 廃菌床の混合による生物相付着効果について確認するために, 漁礁ブロックを模した高さ約 7 cm の廃菌床モルタル模型 (図-2) と廃菌床を含まないモルタル模型をそれぞれ 10 個作製し, これら模型を入れた 2 つの網袋を, 隼人港の海底に約 1 m 離して設置した。その後, 1 週間ごとにそれぞれのモルタル模型表面に生じた変化を観察した。

3. 試験結果および考察

図-3 にフレッシュコンクリートの空気量と廃菌床添加率の関係を示す。廃菌床添加率の増加に伴い、空気量は増加し、添加率 4, 8%ではエアメータの表示限界を超えた。これは、空気量測定時にコンクリート内の空気に加えて廃菌床の体積も変化したことで、見掛けの空気量が増加したものと考える。

図-4 にスランプ値と廃菌床添加率の関係を示す。P/W の増加に伴い、スランプ値は低くなった。その一方で、廃菌床添加率の増加に関わらずスランプ値はほぼ一定であった。これは、調整水が廃菌床添加による流動性への影響を抑制していることを示している。

図-5 に圧縮強度と廃菌床添加率の関係を示す。P/W に関わらず、添加率の増加に伴い圧縮強度は低下した。これは廃菌床の添加に伴い、コンクリート全容積に占める固化材量の減少や低強度材料混入による組織の脆弱化が要因として考えられる。ここで、コンクリートの目標強度を海洋構造物の設計値を基に 18 N/mm^2 と設定すると、本実験条件においては廃菌床添加率 4%まではすべての供試体で目標強度を満足した。ここで、固化材にセメントを用いた供試体 (C/W=2.0) は、廃菌床を添加することで大きく強度が低下したことから、廃菌床コンクリートの製造に有機質系固化材を利用することは強度発現に有効であるものとする。

図-6 に海底設置から 4 週間における廃菌床モルタル模型の生物相付着状況を示す。廃菌床添加率 8%の模型 1 個に藻類および生物相の付着を確認した。今後も経過観察を行い長期的な変化を明らかにする予定である。

4. まとめ

本研究では、きのこ廃菌床を混合したコンクリートを作製し、以下の知見が得られた。

- 1) 廃菌床 1 g に対して 1.18 g の調整水を追加することで、廃菌床添加によるフレッシュコンクリート流動性への影響を抑制した。
- 2) 本実験条件において、廃菌床添加率 4%までは目標とする圧縮強度 18 N/mm^2 以上を満足した。
- 3) 海底に設置した廃菌床モルタル模型は廃菌床を混合していない模型よりも早期に藻類の付着が認められ、廃菌床混合による生物付着効果が示唆された。

謝辞：

本実験に協力いただいた錦江漁業協同組合の関係者各位に感謝申し上げます。

参考文献：

- 1) 大崎久美子, 小谷哲生, 他：シイタケおよびブナシメジ廃菌床か

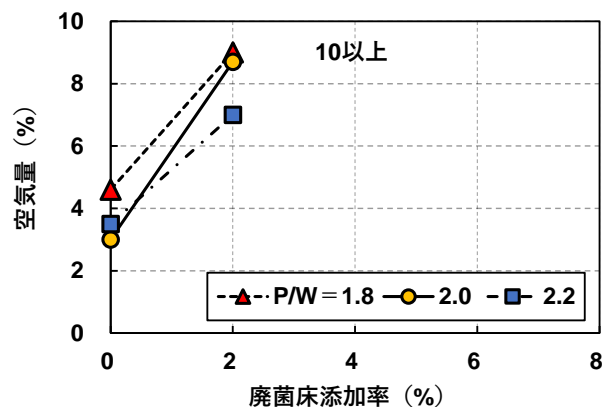


図-3 空気量と廃菌床添加率の関係

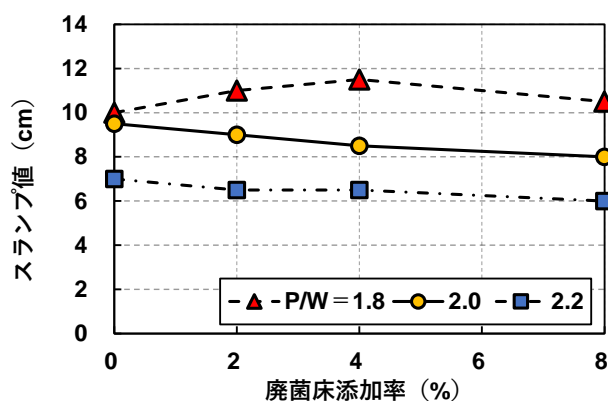


図-4 スランプ値と廃菌床添加率の関係

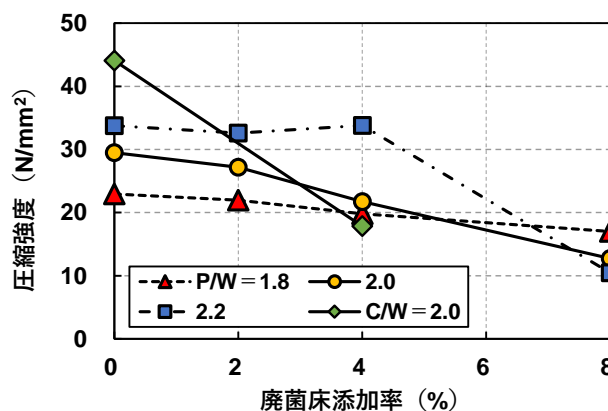


図-5 圧縮強度と廃菌床添加率の関係



(a) 廃菌床なし (b) 廃菌床添加率 8% (C/W=1.9)
図-6 廃菌床モルタル模型の生物相付着状況 (設置 4 週間)

ら放出される揮発性物質によるキャベツ黒すす病抑制効果, 日本きのこ学会誌, Vol. 26, No. 1, pp. 28-31, 2018.

- 2) 渡邊裕基：日本における藻場分布の変遷, 海生研報, Vol. 27, pp. 59-63, 2022.
- 3) 上月康則, 佐藤和博他：アミノ酸混和コンクリート上の遷移初期の付着生物相に関する考察, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 67, No. 2, pp. I_1126-I_1130, 2011.