

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：56203

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06816

研究課題名(和文) 生分解性樹脂コンクリートの実用化へ向けた実験的検討

研究課題名(英文) Experimental Study on Biodegradable Resin Concrete for Practical Use

研究代表者

鈴木 麻里子 (Suzuki, Mariko)

香川高等専門学校・建設環境工学科・助教

研究者番号：50756658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：生分解性樹脂コンクリートは、骨材と微生物によって分解可能な樹脂からなる新しいコンクリートである。埋設残置される不要な仮設資材を減らし、土中環境の改善や土地の有効活用を促すことを目的とし研究開発された。土中埋設する際、地下水の影響を無視することはできず、さらに水中での利用拡大をも考慮し、本研究では生分解性樹脂コンクリートの水中での分解性を明らかにした。さらに、水圧が作用する状況下における強度低下傾向を比較した。その結果、水中での圧縮強度低下は概ね2ヶ月で収束し、水圧が大きくなると変形量が大きくなることが明らかになった。また、樹脂の種類によって、強度低下傾向が異なることも明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to create environmentally-friendly temporary construction materials; biodegradable resin concrete. The manufacturing of biodegradable resin concrete was inspired by biodegradable plastic. Biodegradable resin concrete is made of aggregates of sand or gravel and biodegradable resin. In this study, we focused on underwater environment and the strength reduction of underwater exposed biodegradable resin concrete was evaluated from three point bending tests and compression tests. As a result, the strength of biodegradable resin concrete degraded over time. Especially, the higher water pressure was provided, the more elastic deformation volume was increased.

研究分野：農業土木

キーワード：土木材料 循環型社会 コンクリート 生分解性樹脂

1. 研究開始当初の背景

一般的に、地盤掘削時に使用される仮設土留工などの建設資材は撤去されるが、撤去時に近接構造物への影響が懸念される場合には、埋設残置される。特に、鋼材の仮設構造物は社会蓄積率(=社会蓄積量/投入量)が40%と推定されている。仮設資材が残置された土地では、区分地上権設定等により使用が制限されたり、再開発や転売時に産業廃棄物が発生したりするなどの問題が生じ、土地の流動性や有効利用の阻害要因となっている。

そこで、我々は開発や商品化の進んでいる生分解性プラスチックをヒントにし、骨材と微生物によって分解可能な樹脂からなる生分解性樹脂コンクリートを矢板や杭材などの仮設資材に適用することを考案した

2. 研究の目的

循環型社会形成の促進に貢献できる生分解性樹脂コンクリートの実用化を目的とした研究に取り組む。土中や水中に仮設資材を残置することは、環境負荷の増大や土地などの利活用の阻害要因となる。ゆえに、撤去不可能な仮設資材が産業廃棄物にならず、地球に還元されることは農業工学、地盤工学分野において重要な課題である。数年前からスタートした新規の研究テーマである生分解性樹脂コンクリートは微生物によって分解され将来的に周辺地盤と一体化する環境に優しい土木製品として役立つ可能性が高く、貢献度が大きい。これまでに蓄積された、生分解性樹脂コンクリートの基礎的な力学的性質を発展させ、実用化を目指す。

3. 研究の方法

過去に実施した土中埋設実験の結果から生分解性樹脂コンクリートの分解は水による影響が大きいことが明らかとなったため、水中暴露試験を実施した。

(1) 供試体

本研究では、比較的分解されやすいとされている、化学合成系のポリブチレンサクシネートアジペード(以下PBSAと示す)と植物由来系のポリ乳酸(PLA)を用いた供試体を使用した(写真1)。配合例を表1に示す。



写真1 供試体

表1 生分解性樹脂コンクリートの配合例

	質量比 (%)	体積比 (%)
樹脂	10	19.3
炭酸カルシウム	20	80.7
砂 (粗粒率: 1.09)	20	
碎石 (粗粒率: 4.91)	50	

(2) 暴露条件

異なる4つの条件で、加圧装置を用いて水中暴露を実施した(写真2)。加圧条件は30kPa、50kPa、100kPa、150kPa、250kPaの4条件である。各条件の圧力をかけたセル内に所定期間(1~6ヶ月)暴露した。



写真2 加圧装置

(3) 強度試験

水中暴露した供試体に対し三点曲げ試験(供試体寸法: 40×40×160mm)と圧縮試験(供試体寸法: 40mm角)を実施した。万能試験機を用い、変位速度は0.3mm/minと設定した。



写真3 万能試験機

4. 研究成果

(1) PBSAの強度低下傾向

生分解性樹脂コンクリートの供試体を水中暴露し、曲げ強度低下の傾向を明らかにした。図1に水中暴露期間と曲げ強度の関係を示す。図1に示すように、暴露期間の経過に伴って、すべての供試体において強度低下が見られた。そして、6ヶ月の暴露期間では、曲げ強度は約5 N/mm²に収束する結果が得られた。大きな水圧下で暴露した供試体(250kPa)は、微小ではあるが他の供試体より

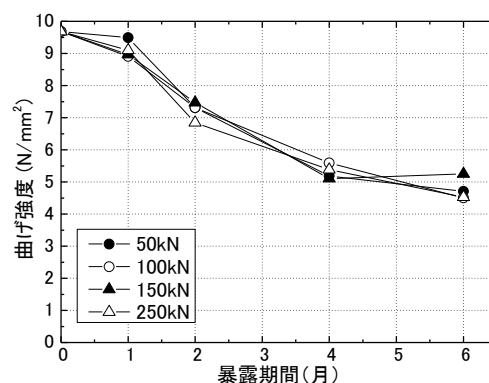


図1 曲げ試験結果

も強度低下速度が大きいですが、その他の供試体には顕著な違いは見られなかった。しかしながら、図2に示す応力ひずみ曲線より、供試体に作用する水圧が大きくなるにしたがって、変形量も大きくなることが明らかとなった。

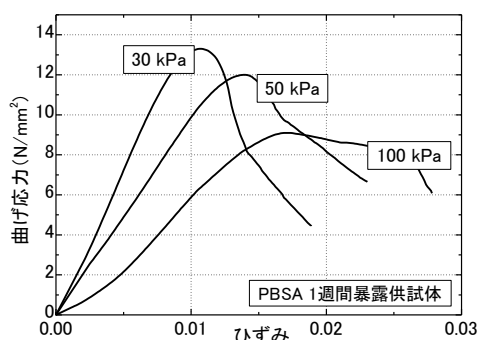


図2 応力ひずみ曲線

一方、PBSAの圧縮強度の低下傾向は、曲げ強度とは異なり、大きな強度低下は見られなかった(図3)。これは、曲げ強度は樹脂の引張り抵抗に依存しているのに対し圧縮強度は骨材強度にも起因するところが大きく、樹脂の分解もしくは付着力の低下による影響が、曲げ強度ほど顕著に表れないためと考えられる。

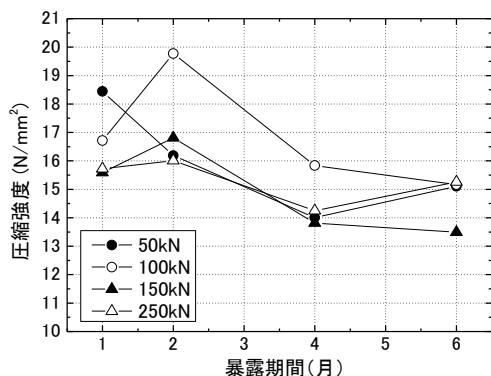


図3 PBSA 供試体の圧縮低下傾向

(2)PLAの強度低下傾向

図4よりPLA供試体では、無加圧、50kPa水圧作用下ともに強度低下が見られた。2ヵ月間暴露した供試体は初期供試体の40%程度まで強度が低下することが分かった。しかしながら、その後継続した強度低下が見られなかったことから、概ね2ヶ月間で強度の低下が完了することが示唆された。図3と比較すると、PLAのほうがPBSAよりも水中での分解がしやすいことが明らかとなった。

図5に樹脂の違いによる強度低下比較を示す。PBSAよりPLA供試体のほうが、強度低下が著しいことが明らかとなった。PLAはPBSAとは異なり、非酵素的分解である加水分解が主体的であるため、PBSAに比べ大きな強度低下を示したと考えられる。

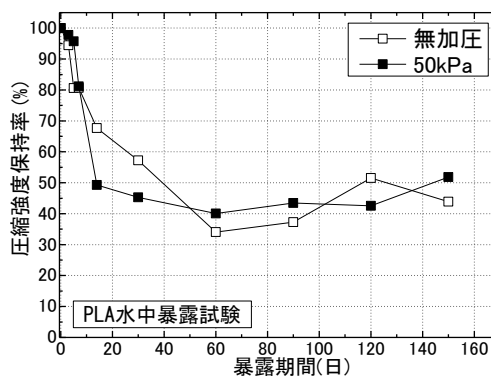


図4 PLA 供試体の強度低下傾向

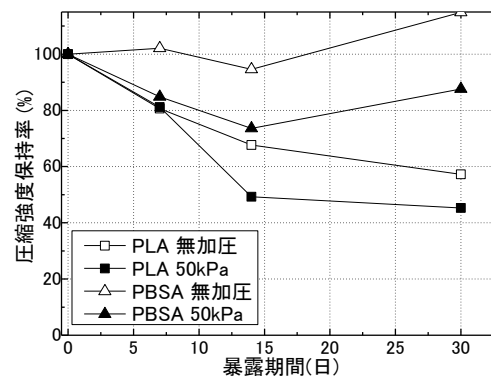


図5 樹脂の違いによる強度低下比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- (1) 鈴木麻里子, 久保京子, 河端俊典: 生分解性樹脂コンクリートの統計的劣化予測, コンクリート工学論文集, 査読有, 2016年, 第27巻, pp. 1-6
- (2) 鈴木麻里子, 久保京子, 河端俊典: PBSA, PLAを用いた生分解性樹脂コンクリートの劣化比較, コンクリート工学論文集, 査読有, 2016年, 第27巻, pp. 7-12
- (3) 鈴木麻里子, 佐藤隆治: 生分解性樹脂コンクリートの実用化へ向けた研究の現状, 石油学会論文集「ペテロテック」, 査読有, 2017年(掲載予定)

[学会発表] (計5件)

- (1) Mariko SUZUKI: Development of Biodegradable Resin Concrete toward Geo-Environmental Load Reduction, Geo-Environmental Engineering, 2016年6月2日, Nantes (France)
- (2) 鈴木麻里子: 水中暴露した生分解性樹脂コンクリートの強度低下比較, H28年度農業農村工学会大会講演会, 2016年8月30日, 仙台市(宮城県)
- (3) 鈴木麻里子: 循環型地域環境に配慮した生分解性樹脂コンクリートに関する基礎的研究, 平成27年度地盤工学会四国支部技術

研究発表会，2015年11月19日，高松市（香川県）

(4)鈴木麻里子：環境に配慮した土木材料に関する研究事例の紹介，香川県地盤工学研究会 平成27年度第1回学術講演会，2015年10月29日，高松市（香川）

(5)鈴木麻里子：異なる樹脂を用いた生分解性モルタルの圧縮強度比較，H27年度農業農村工学会大会講演会，2015年9月3日，岡山市（岡山県）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 麻里子 (Suzuki Mariko)

香川高等専門学校・建設環境工学科・助教

研究者番号：50756658

(2) 研究協力者

秦 栄三 (Hata Eizo)

中村 誠 (Nakamura Makoto)

吉村 睦 (Yoshimura Atsushi)

佐藤 隆治 (Sato Ryuji)