

## X線CT法を用いたゴムチップ混入固化処理土における力学特性の解明

熊本大学	学生会員	中村 祐
熊本大学	正会員	大谷 順
東亜建設工業(株)	正会員	御手洗 義夫

### 1. はじめに

現在、廃タイヤの年間総発生量は約 100 万トン<sup>1)</sup>であり、約 90%がリサイクルされている。その内の約半数が発熱やCO<sub>2</sub>を伴う環境負荷の大きいサーマルリサイクル<sup>2)</sup>である一方、マテリアルリサイクルの一つである土木材料としての再利用は一度に使用する量が多いこと、発熱やCO<sub>2</sub>を伴わないことから環境負荷の面から考えても比較的有效なリサイクル方法である。また、ゴムはそれ自体が弾性体であることから地盤等に混入することによる変形性能向上が期待されている。

本研究は廃タイヤを原料としたゴムチップを固化処理土に混入したゴムチップ混入固化処理土について、三軸圧縮試験と産業用 X 線 CT スキャナを併用してゴムチップによる固化処理土への靱性改善効果並びに新しい地盤材料としての適用性を検討し、環境負荷低減、リサイクル及び新たな地盤材料の開発を目的とするものである。

### 2. 実験概要

#### 2.1 供試体概要

実験は高さ 100mm、直径 50mm の円柱供試体を用いて三軸圧縮試験 (CU 試験) を行った。実験を行う供試体の材齢は 28 日とした。

#### 2.2 使用材料及び配合率

表 1 に使用材料、表 2 に 1000ml 当りの基準配合表 (体積) を示す。実験は表 2 に示すように異なるゴムチップ混入率 (外割体積で 0、10、20、30%) の 4 ケースを行った。

#### 2.3 三軸圧縮試験及び X 線 CT 撮影

三軸圧縮試験は図 1 に概略図を示す X 線 CT 用三軸試験装置を用いて、地盤工学会示方書に基づいた手順で、載荷速度 0.05mm/s、拘束圧 50kPa、背圧 200kPa の試験条件で CU 試験を行った。CT 撮影は供試体のひずみ 1% 毎について、供試体底部より 10、30、50、70、90mm の 5 断面を撮影した。撮影の際、試験装置から変位・荷重・排水・間隙水圧のコード及び圧力ホースを取り外して撮影し、再び載荷する際にはこれらのコード・ホースを接続して実験を行い、荷重がピークに達するまでこれを繰り返した。ピーク後は、試験終了時の CT 撮影を行った。

#### 2.4 靱性改善の評価方法

三軸圧縮試験結果より得られる応力 - ひずみ関係及び各ひずみレベルに応じた CT 画像を合わせて考察を行うことで、ゴムチップによる固化処理土への影響を検討した。

表1 使用材料

原料土	新海面浚渫土	$s_s=2.716\text{g/cm}^3$
固化材	普通ポルトランドセメント	$c=3.160\text{g/cm}^3$
使用水	海水	$w=1.030\text{g/cm}^3$
ゴムチップ	破碎廃タイヤ (平均粒径2mm)	$g=1.150\text{g/cm}^3$

表2 1000ml当り基準配合表 (c/w:0.07)

ゴム混入量 (%)	1000ml当り体積					全体
	土粒子	海水	セメント	固化土合計	ゴム	
0	116.3	864.0	19.7	1000.0	0.0	1000.0
10	105.7	785.5	17.9	909.1	90.9	1000.0
20	96.9	720.0	16.4	833.3	166.7	1000.0
30	89.5	664.6	15.2	769.2	230.8	1000.0

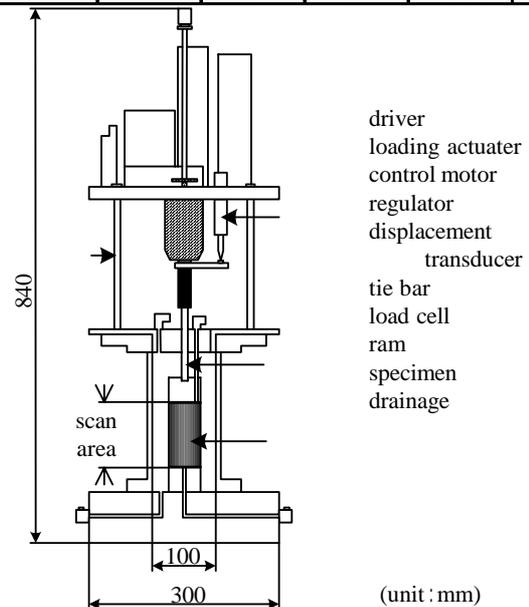


図1 X線CT用三軸試験装置

### 3. 実験結果および考察

図2に各実験ケースの応力-ひずみ関係を、図3に三軸試験過程における各ひずみレベルでの供試体断面画像を示す。また、このCT画像はクラックの発生が最も顕著であった供試体中央断面のCT画像を掲載した。図2と図3を見比べて以下のように考察した。混入率0%では応力のピーク直後にクラックが発生してひずみの増加とともにクラックが大きくなっているのに対し、ゴムチップ混入のケースでは混入率0%に比べてクラックの進行は遅い。これはゴムチップによってピーク後の強度の低下が緩やかになること、即ち脆性破壊から靱性的な破壊に改善されていることに加え、ゴムチップ混入によって破壊ひずみが大きくなることからゴムチップによる靱性改善が見受けられる。これらの現象は混入率が大きくなるほど顕著である。

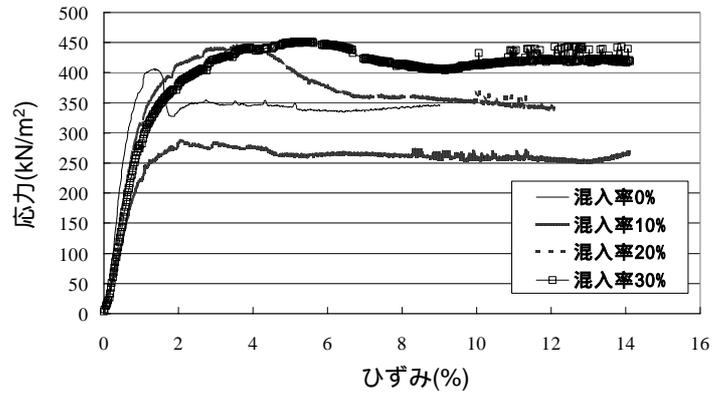


図2 応力-ひずみ関係

また、混入率0%のCT画像からは明確なクラックを確認できるのに対し、ゴムチップ混入のケースでは10,20%では多少クラックを確認できるが、30%ではほとんどクラックを確認できない。この原因として、ゴムチップ混入のケースは破壊面上のゴムチップが分断した供試体に対し、それ自体が弾性体という性質から復元力が作用する為、クラックの幅が小さくなることから強度低下が緩やかになったと推察される。

### 4. まとめ

固化処理土にゴムチップを混入することによって脆性的な破壊から靱性的な破壊となり、破壊ひずみが上昇することから靱性が改善され、その効果はゴムチップの混入率が大きいほど顕著であった。また、推察ではあるが、ゴムチップ混入ケースのCT画像のクラックを確認しづらいことから、供試体の破壊面には弾性体のゴムチップによる復元力が作用していることが考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 日本廃タイヤリサイクル共同組合：2003年度日米タイヤリサイクル状況比較 (RMA 及び JATMA 資料を編集)
- 2) (株)ブリヂストン：ブリヂストン環境報告書,2003

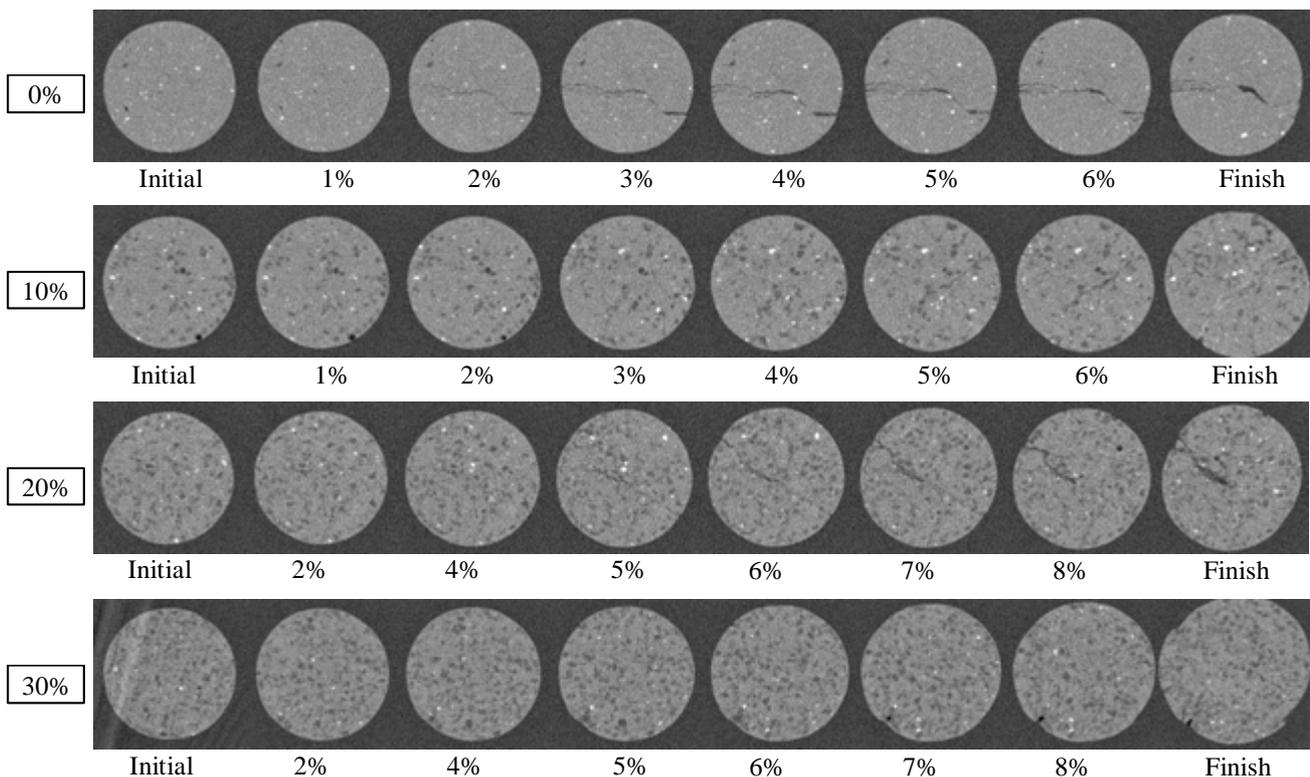


図3 CT画像