回転式破砕混合工法を用いた短繊維混合補強土の締固めおよび強度特性について

日本国土開発株式会社　正会員　○中島 典昭　　佐藤　泰
独立行政法人 土木研究所　正会員　　齋藤 由紀子　高橋　勇

１．目的

短繊維混合補強土（以下、「短繊維補強土」と称する。）は、発生土や安定処理土に短繊維を混合して強度や靭性、降雨や流水に対する耐侵食性の向上[1)]、また植生基盤[2)]としての適用性も示されており、土として設計できる工法[3)]として期待されている。

前報[4)]では、回転式破砕混合工法による短繊維束の解繊・分散の適用性について報告した。今回は、短繊維補強土の締固め特性と固化材を添加した短繊維補強土の強度特性について室内試験を行い、その結果について報告する。

２．試験概要

(1) 使用材料および使用機械

試験に用いた材料および機械は、前報と同じく土質材料は茨城県産の山砂と道路用単粒度砕石 5 号、短繊維は繊維径 17dtex（39μm）、繊維長 60mm のポリエステル製の繊維、混合機械は**図-1** に示す回転式破砕混合機（以下、「ツイスター」と称する。）である。

図-1　回転式破砕混合機（ツイスター）

(2) 試験方法

a．締固め特性

短繊維補強土の締固め特性は、JIS A 1210 突固めによる土の締固め試験（A-c 法）に準拠して、短繊維の添加率を変化させた時の最大乾燥密度、最適含水比を調査した。

b．強度特性

短繊維補強土の強度特性は、JIS A 1216 土の一軸圧縮試験に準拠して強度および靭性について調査した。強度は、一軸圧縮強さ qu(kN/m²)で評価し、靭性は破壊ひずみ ε_f＋3%ひずみ時の応力と一軸圧縮強さの比（ε_f＋3%ひずみ時の応力／一軸圧縮強さ）が 1.0 に近いほど靭性（粘り強さ）の高い短繊維補強土として評価した。

c．配合

砂と砕石の割合は、前報から解繊性および分散性が良好であった山砂：砕石＝70：30（内割の乾燥質量比）とした。短繊維および固化材は、砂と砕石の乾燥質量に対して外割添加として、短繊維は 0～0.4%添加の 0.1%単位 5 配合、固化材は高炉セメント B 種を用いて 1%配合とした。

d．短繊維補強土の製造および供試体作製方法

製造方法は、前報と同様に 3 回破砕混合を標準として行った。1～2 回目は、固化材を添加しない状態で破砕混合して、3 回目に固化材および最適含水比となるように加水して短繊維補強土を製造した。供試体の作製は、最大乾燥密度の 90%密度に設定して直径 100mm×高さ 200mm のモールドに締固めた後、温度 20℃の恒温室内に 7 日間密封養生した。

３．試験結果

(1) 短繊維補強土の締固め特性

図-2 に短繊維添加率ごとの締固め曲線、**図-3** に短繊維添加率と最大乾燥密度、最適含水比の関係を示す。**図-2、3** から、最大乾燥密度は短繊維添加率 0.2%をピークに減少するのに対して、最適含水比は短繊維添加率による変化はほとんど認められない。

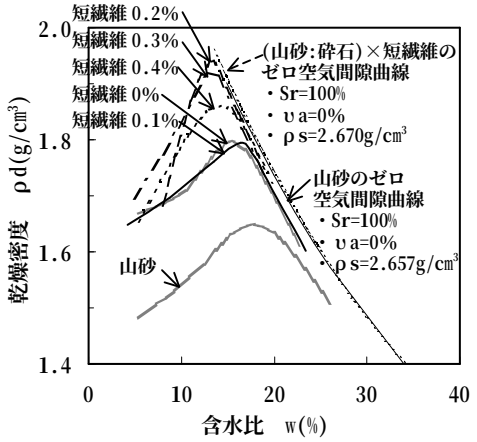

図-2　締固め曲線

キーワード　回転式破砕混合工法，短繊維混合補強土，締固め，強度，靭性
連絡先　〒243-0303　神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1　TEL:046-285-3339　FAX:046-286-1642

(2) 短繊維補強土の強度特性

図-4 に応力～ひずみ曲線、図-5 に短繊維添加率と一軸圧縮強さ、および（ε_f+3%ひずみ時の応力／一軸圧縮強さ）の関係を示す。図-4、5 から、一軸圧縮強さは短繊維添加率が 0.2%までは添加率の増加に伴い大きくなるが、短繊維添加率 0.3、0.4%になると小さくなる。この結果は、締固め特性に関係していると考えられる。最大乾燥密度は、短繊維添加率 0.2%を最大にして 0.3%、0.4%、そしてほぼ同様な密度となる 0.1%、0%の順で減少しており、一軸圧縮強さの結果と同様な傾向を示すことがわかる。但し、短繊維添加率 0%と 0.1%の一軸圧縮強さについては、ほぼ同様な密度でありながら短繊維を添加した方が一軸圧縮強さは増すことから、短繊維を添加することによって補強効果が付加されると考えられる。

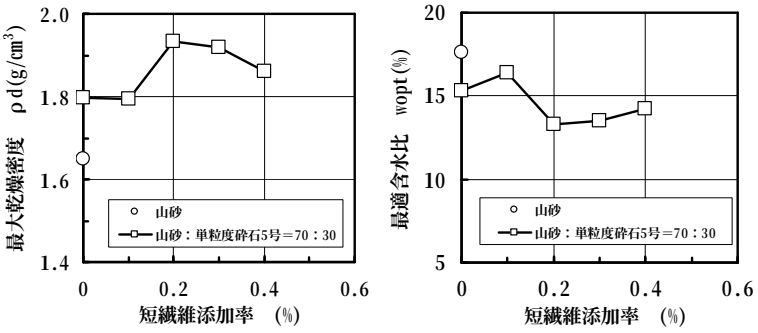

図-3　短繊維添加率と最大乾燥密度、最適含水比の関係

一方、靭性については、脆性的に破壊した短繊維未添加のセメント改良土に対して、短繊維を添加したセメント改良土はピークひずみを超えた後も粘り強い靭性が発揮されていた。その短繊維補強土の（ε_f+3%ひずみ時の応力／一軸圧縮強さ）は、短繊維添加率 0.2%が最も小さく、短繊維添加率 0.1%、0.3%、0.4%と短繊維が増加すると共に「1.0」に近づく。この結果は、前記したように短繊維補強土の締固め特性に関係していると考えられる。短繊維添加率 0.2%の密度は、短繊維添加率 0.1%、0.3%、0.4%と比べて大きく、密度が増加することによって一軸圧縮強さが増して靭性（粘り強さ）が抑制されて（ε_f+3%ひずみ時の応力／一軸圧縮強さ）が減少したと推測する。概して、短繊維の添加率が増加すると靭性は向上すると考えられる。

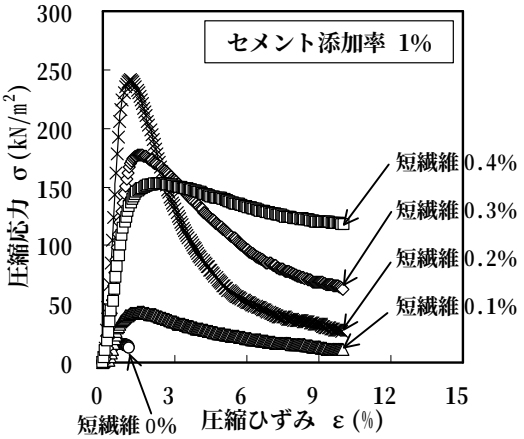

図-4　応力～ひずみ曲線

4．まとめ

短繊維補強土の強度および靭性は、締固め密度によるが概ね短繊維添加率が増加すると強度、靭性共に向上することがわかった。また、短繊維補強土の締固め特性については、短繊維添加率 0.2%をピークに最大乾燥密度は減少する傾向を示すことがわかった。

なお、本文は(独)土木研究所と（財）土木研究センターおよび民間企業（ハイグレードソイル研究コンソーシアム）の枠組みで検討した成果の一部を報告したものである。

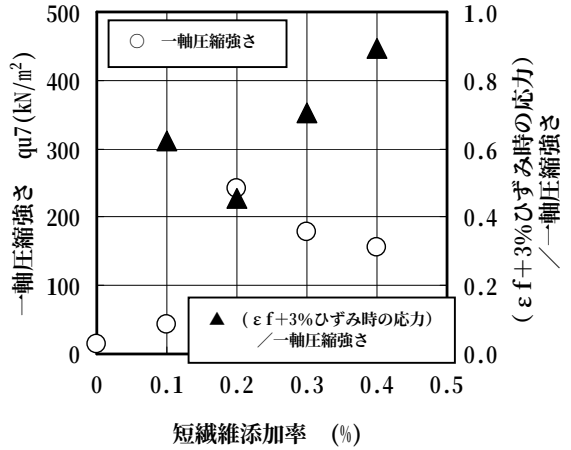

図-5　短繊維添加率と一軸圧縮強さ、（ε_f+3%ひずみ時の応力／一軸圧縮強さ）の関係

【参考文献】

1)藤井厚企、小畑敏子　他：繊維混合補強土に関する研究（その１７）-エロージョン試験（その２）-、第 32 回地盤工学研究発表会投稿論文、pp.2599-2600，1997.7

2)三木博史、藤原広一、大山将　他：繊維混合補強土に関する研究(その１４）　-木曽川堤防法面試験施工-、第 32 回地盤工学研究発表会投稿論文、pp.2593-2594，1997.7

3)建設省土木研究所　土質研究室　他：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書　-短繊維混合補強土工法利用技術マニュアル-，1997.3

4)中島典昭、齋藤由紀子、高橋勇　他：短繊維混合補強土への回転式破砕混合工法の適用性　-短繊維束の解繊・分散方法-，土木学会第 63 回年次学術講演会、pp.539-540，2008.9