

セル型補強材を用いたのり面工の曲げ変形特性

東京インキ（株） 正会員 ○原田 道幸 清川 伸夫
 （公財）鉄道総合技術研究所 正会員 小島 謙一 松丸 貴樹
 （株）複合技術研究所 正会員 岡本 正広 矢崎 澄雄
 ライト工業（株） 正会員 横田 弘一 大内 公安

1. 目的

著者らは、降雨による盛土や斜面の表層崩壊の防止を目的に用いられるのり面保護工であるジオセル（テラセル）工法と、盛土や斜面の安定性を高める地山補強土工法を組み合わせた耐震及び耐降雨の両機能を有する新しい工法の開発を行っている。これまでに、耐震・耐降雨工法としての機能やその適用性・施工性等について検討した。¹⁾ この工法では、ジオセルにのり面保護工だけでなく地山補強材との定着部における支圧効果も期待することから、ジオセルには適切な部材特性が求められる。本論文では、立体のセル型補強材の部材特性把握のための曲げ変形試験を実施し、曲げ剛性や変形特性に及ぼすジオセルや連結用鉄筋の役割について解明を行った。

2. 試験方法

セル型補強材（ジオセル）と地山補強材とを併用したのり面工の剛性を確認するため、ジオセル高さ、ジオセル内の連結用鉄筋の有無、鉄筋直径（直径：Φ9 mm、Φ13 mm）の違いによる曲げ特性を試験から確認する。曲げ試験としては図-1に示すようにジオセルを含めた供試体の版に対して実施した。

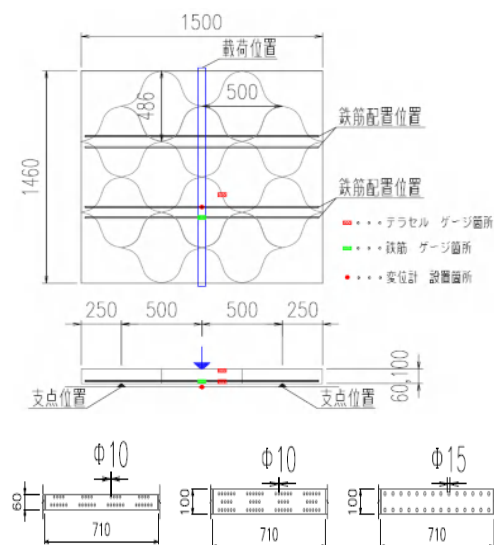


図-1 曲げ試験供試体

ジオセルの中詰材には吹き付けモルタルを使用し、その配合比は、セメント：420 kg、砂：1,680 kg、水/セメント比：45～55%である。曲げ試験用の供試体は縦：1,460 mm×横：1,500 mm、高さは60 mmと100 mmを作製した。

供試体は実施工の配筋を想定し、ジオセルと連結用鉄筋の効果を確認するため、表-1に示す6ケースの供試体を用いた。ケース2、ケース3、ケース4の3ケースではジオセル及び連結用鉄筋のひずみの測定を行った。ジオセルへのひずみゲージ貼り付け位置は、ジオセルの溶着部の中間部の上下、連結鉄筋には載荷位置に貼り付け、ジオセルと連結用鉄筋のひずみ挙動を確認した。

表-1 曲げ試験供試体のケース

ケース	セル高 (mm)	穴直径 (mm)	欠損率 (%)	連結用鉄筋の有無	ゲージ 有無
1	60	10	20.0	ブランク (なし)	—
2	100	10	30.0	ブランク (なし)	有
3	100	10	30.0	Φ 9 mm : 2本×2列	有
4	100	15	30.0	Φ 13 mm : 2本×2列	有
5	100	10	30.0	Φ 9 mm : 4本×2列	—
6	100	15	30.0	Φ 13 mm : 4本×2列	—

本試験では、0.2kNの載荷毎に載荷位置での鉛直変位を記録し、曲げ荷重と載荷位置の鉛直変位の記録を行った載荷装置は図-2に示す大型載荷試験装置（最大荷重：300kN）を用い、支点間距離を1,000 mm（図-1参照）として載荷を行った。供試体の鉛直変位は支点間の中央部を供試体の底面部から距離センサを用いてレーザ光により測定した。



図-2 曲げ試験に用いた載荷装置

キーワード：盛土，耐震・耐降雨，ジオセル，地山補強材，曲げ剛性

連絡先：〒114-0002 北区王子 1-12-4 [TEL:03-5902-7628](tel:03-5902-7628)/FAX:03-5390-4933

3. 試験結果

曲げ試験で得られた全ケースのピーク荷重と鉛直変位の関係を図 - 3 に、また一例としてケース 3 のジオセルと連結用鉄筋のひずみの関係を図 - 4 と図 - 5 に示す。実験からは以下のような挙動を確認できた。

1) ケース 1 とケース 2 を比較すると、ピーク荷重はセル高 60mm よりセル高 100mm の高い値を示しており、セル高比より大きな曲げ剛性比が発揮された。両ケースともに荷重はピークを発揮した後、急激に低下した。また、曲げ試験後はジオセルのハニカム構造に沿ってクラックの発生を確認できたがモルタルの剥落はなかった。

2) ケース 3 とケース 4 を比較すると、鉄筋直径が $\Phi 9$ mm と $\Phi 13$ mm ではピーク荷重の差が約 2kN と大きな差はなく、連結鉄筋の径の効果が発揮される前にピーク荷重に達した。ケース 3 の载荷に伴うジオセル及び連結用鉄筋のひずみについては、変位が大きくなるに連れて引張力を発揮した。ジオセルのひずみは連結用鉄筋を配置した場合、ピーク荷重に到達以降、徐々に増加していく傾向を示している。また、このひずみは供試体の上面より下面で早期に発揮された。このことから、曲げ変形の初期では鉄筋が張力を発揮し、ピーク荷重到達以降はジオセル（特に下面側）が張力を発揮すると考えられる。図 - 5 には連結用鉄筋を使用していないケース 2 における下面のジオセルのひずみも併せてプロットしているが、このような効果は確認されなかった。連結用鉄筋とジオセルを組み合わせることで残留強度を維持する補強効果が期待できることを確認できた。

3) ケース 3 とケース 5 もしくはケース 4 とケース 6 を比較すると、鉄筋直径が $\Phi 9$ mm、 $\Phi 13$ mm のいずれの場合でも、連結鉄筋の本数の違いによってピーク荷重に差はほとんどなかった。上側鉄筋は下側と比較するとほとんど張力を発揮しておらず、曲げ変形特性の向上にはほとんど寄与しないと考えられる。

4. まとめ

ジオセルの曲げ試験を行ったところ、ジオセルと連結用鉄筋を組み合わせる使用することにより、残留強度が維持される補強効果を確認することができた。また、鉄筋直径の違いによるピーク荷重にはほ

とんど差がないこと、圧縮領域側に配置される鉄筋はほとんど張力を発揮しないことから、連結用鉄筋は本数や配置を適切に定める必要があると考えられる。今後は耐震性の高い盛土補強工として耐震補強効果を確認する試験を実施し、地山補強材の打設間隔及び連結用鉄筋の敷設間隔を検討する予定である。

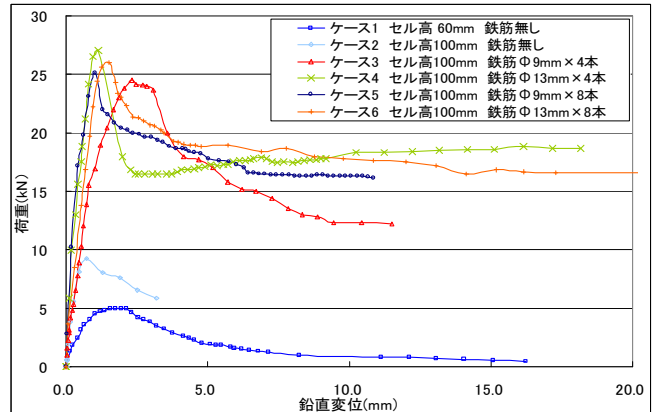


図 - 3 曲げ荷重と鉛直変位の関係

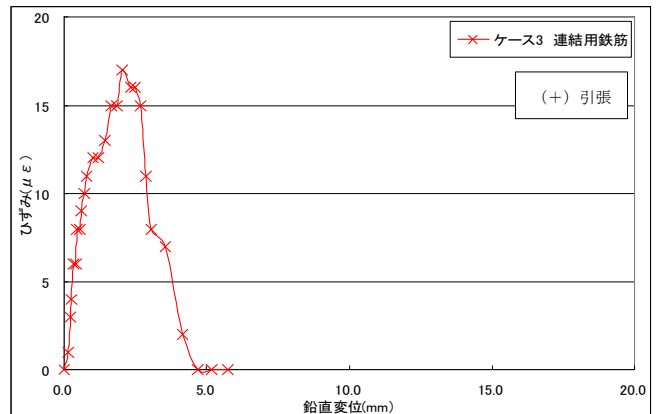


図 - 4 連結用鉄筋のひずみ

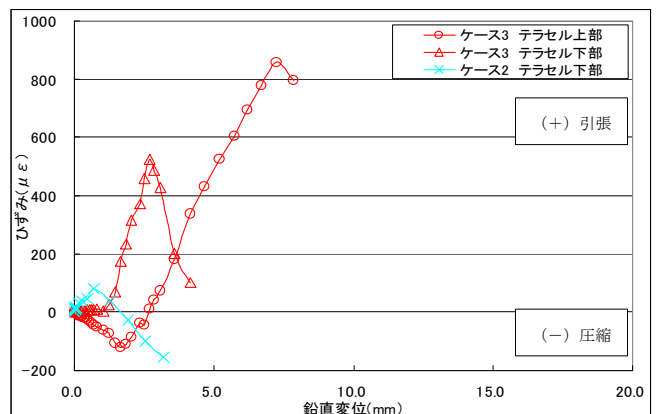


図 - 5 ジオセルのひずみ

〈参考文献〉

- 1) 原田道幸、小島謙一、松丸貴樹ら：セル型立体補強材と地山補強材を組み合わせた盛土補強土工法の開発、第 67 回土木学会全国大会