

展開式セルによる災害時道路復旧のための移動載荷模型実験

防衛大学校 正 ○宮本慎太郎 正 宮田喜壽

1. はじめに

地震などで道路網が遮断された際、速やかに車両の通行を可能にする地盤技術が重要になる。著者らは従来のジオセルに展開機能を付与した道路復旧用の展開式セル補強材を構想し（図-1 参照）、その補強効果を室内実験で調べる研究を行っている¹⁾。本文では、車両走行に対する展開式セルの補強効果を明らかにするために、剛性車輪の移動載荷模型実験を行った。展開式セルの展開角度が補強効果に及ぼす影響を明らかにするとともに、補強材量が少なくなる展開角度が大きい条件でも十分な補強効果を得ることを目的として、中詰め土との相互作用の強化や高さの異なるユニットセルを組み合わせた新たな展開式セルを用いたケースを検討した。従来のジオセルよりも補強材量を約 6 割減少させた展開式セルについても、中詰め土との相互作用を強化することで、十分な補強効果が得られることを示す。

2. 実験装置と方法

本研究で検討した展開式セルの概要を図-2 に示す。ケース A では展開式セルの長手方向の展開角度 ω が補強効果に及ぼす影響を明らかにするために、展開角度 $\omega = 0, 7, 29^\circ$ の条件で実験を行った。ケース B では展開角度が大きい $\omega = 29^\circ$ の条件でも大きな補強効果を得ることを目的として、中詰め土の充填率や密度、セル壁面の摩擦を向上させた展開式セル（「相互作用強化型」と称す）を検討した。ケース C では高さの異なるセルを組み合わせた展開式セル（「セル・グリッド型」と称す）を提案し、その補強効果を検討した。

模型実験装置の概要を図-3 に示す。剛性車輪は直径 400, 幅 300 mm, 土槽は長さ 1200, 高さ 400 mm である。実験では、車輪の鉛直荷重を $P_v = 3.27 \text{ kN/m}$ とし、移動速度 $v = 130 \text{ mm/min}$ で土槽中央を 10 往復、20 回載荷した。模型地盤の砂層および中詰め土は珪砂 6 号を用い、砂層の相対密度は $D_r = 50 \%$, 中詰め土の密度は $D_r = 50, 80 \%$ の 2 ケースを検討した。車輪と地盤の摩擦を確保するために表層 20mm を礫層とした。

3. 実験結果と考察

一連の実験結果として、車輪移動方向の土槽中央位置における車輪の載荷回数と鉛直変位の関係を、それぞれケース A), B), C) ごとに図-4~6 に示す。展開式セルを用いた全てのケースで、無補強よりも車輪の鉛直変位が減少することが明らかになった。展開式セルの展開角度の影響は大きく、展開角度が小さいほど鉛直変位を抑制できる。展開式セルと中詰め土の相互作用を強化するために、充填用孔やセル壁面に珪砂を貼付した相互作用強化型の展開式セルでは、展開角度が $\omega = 29^\circ$ と大きい条件においても、展開角度 $\omega = 0^\circ$ の相互作用を強化していないケースと同等以上の補強効果を発揮できることがわかる。さらに、新たに構想したセル・グリッド型の展開式セルでは、B) と同様に相互作用を強化することで、展開角度 $\omega = 0^\circ$ の相互作用を強化したケースと同等の補強効果を発揮し、無補強と比べて 2 倍以上も車輪の鉛直変位を減少できることを明らかにした。

4. まとめ

(1) 展開式セルの展開角度が小さいほど、車両走行に対する補強効果は大きくなる。(2) 展開角度の大きな条件でも、セルと中詰め土との相互作用を強化することで補強効果が増加する。(3) 従来のジオセルよりも補強材量を約 6 割減少させたセル・グリッド型の展開式セルを新たに構想し、中詰め土との相互作用を強化したケースでは、無補強と比べて 2 倍以上も車輪の鉛直変位を減少できることを明らかにした。

参考文献: 1) 宮本慎太郎, 宮田喜壽: 道路復旧への適用を想定した展開式セル補強材の構想と補強効果に関する検討, 土木学会論文集 C(地圏工学), Vol.77, No.2, pp.118-128, 2021.

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 (若手研究: 21K14247) の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

キーワード ジオセル, 展開構造, 模型実験, 補強効果

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 建設環境工学科 Tel 046-841-3810

展開式セルによる道路復旧

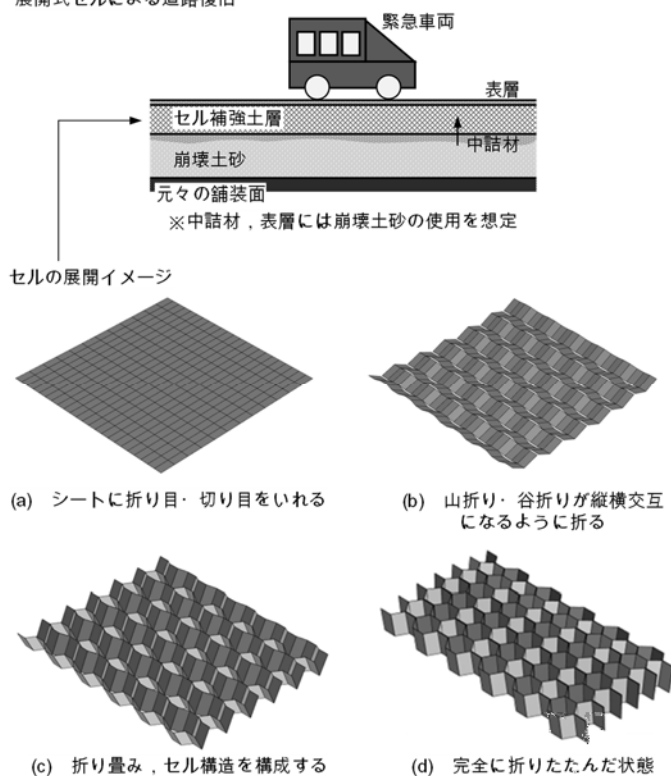


図-1 展開式セルを用いた道路復旧のイメージ

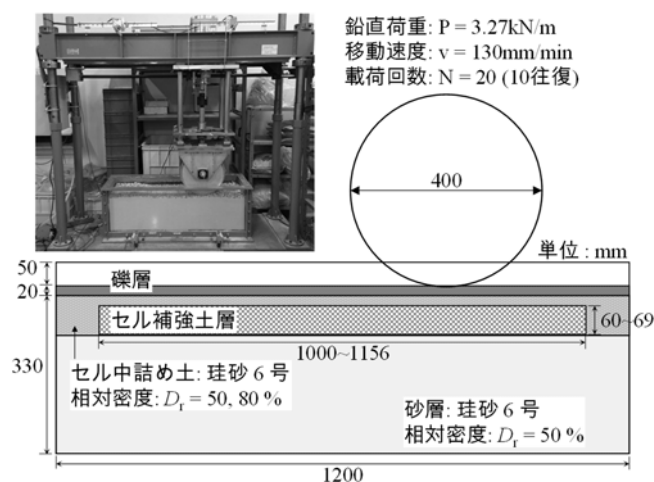
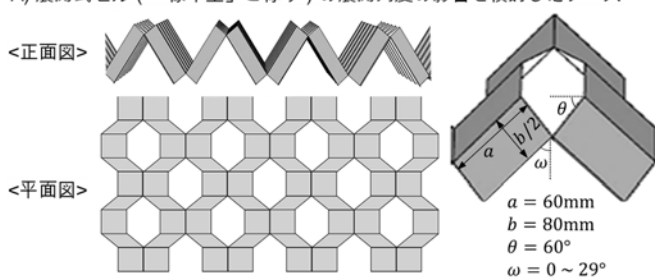
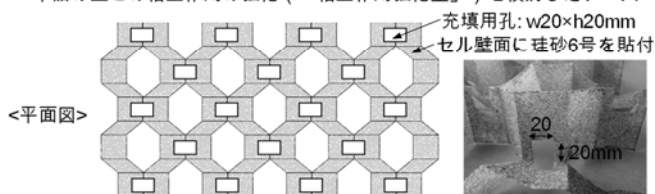


図-3 移動載荷模型実験の概要

A) 展開式セル (「標準型」と称す) の展開角度の影響を検討したケース



B) 展開式セルに中詰め土の充填性や密度、セル壁面の摩擦係数向上など中詰め土との相互作用の強化 (「相互作用強化型」) を検討したケース



C) 高さの異なるユニットセルを組合わせた展開式セル (「セル・グリッド型」) を検討したケース

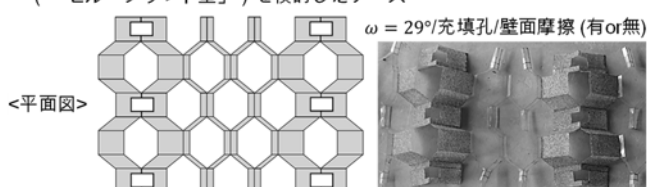


図-2 実験ケース

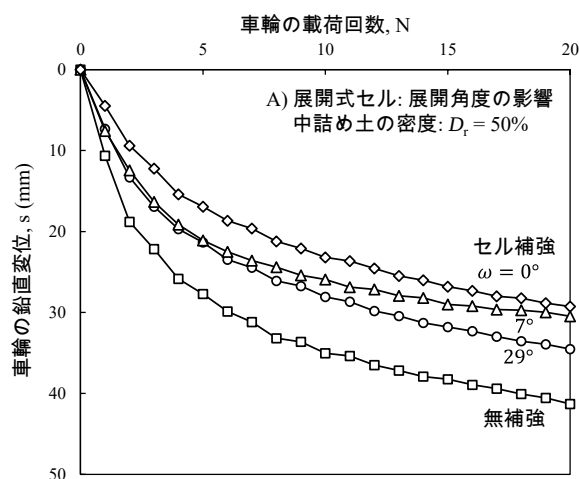


図-4 実験結果: A)標準型 展開角度の影響

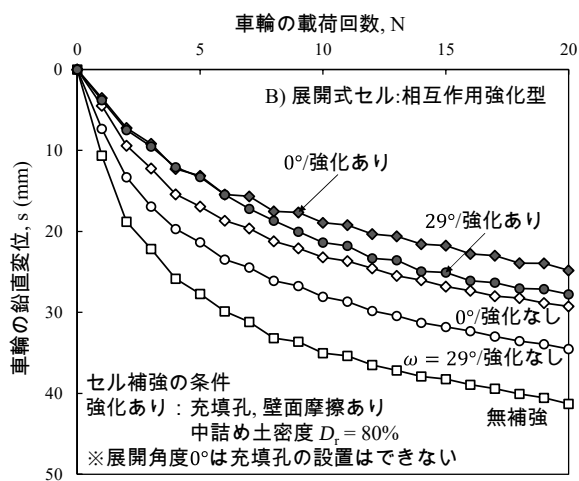


図-5 実験結果: B)相互作用強化型

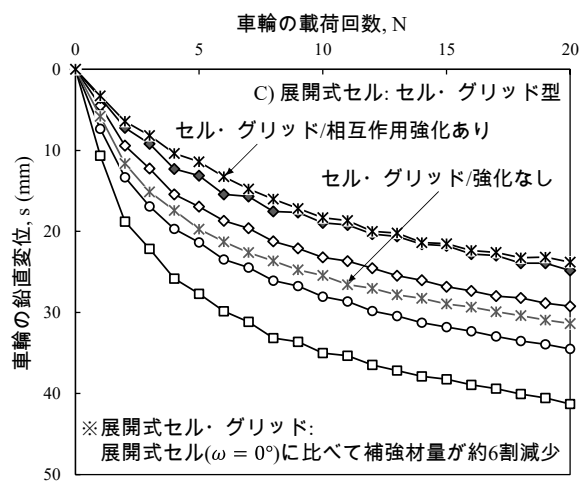


図-6 実験結果: C)セル・グリッド型