

ジオセルを用いた地震時の段差抑制対策 に関する実大模型実験

曾我部幸平^{1*}・川口貴之²・川尻峻三²・須志田健³・櫻井英文⁴

北海道胆振東部地震の際、札幌市豊平区月寒東地区の造成地では液状化に伴う滑動変形と地震動による盛土部の圧縮沈下が原因とみられる最大0.3 mの段差が生活道路に発生し、これによる交通障害が発生した。この対策の一つとして、筆者らは撤去・再構築も可能なジオセルを用いた生活道路を対象とした段差抑制対策工に関する検討を続けている。本稿では、最適なジオセルサイズと不織布の巻き方に加え、規格値を満足するのに必要な転圧方法を得るために実施した大型クレーンを用いた実大模型実験について詳述する。また、実大舗装路で実施したジオセルの引抜き試験結果に基づき、敷設長に関する検討結果も記載する。

キーワード：ジオセル，段差抑制対策，舗装路，地震

1. はじめに

平成30年（2018年）9月6日に発生した北海道胆振東部地震の際、札幌市の南東に位置する清田区や豊平区内にある大規模盛土造成地では、甚大な被害が生じた清田区里塚地区^{1,2)}など、道路等の公共施設や宅地の被害が数多く発生した。

図-1は被害の大きい地区の一つである月寒東地区の被災概要をまとめたものである。この地区は、河川側に向かって3～5°程度傾斜しており、各宅地間に擁壁が構築されたひな壇状の造成地である。被害は図中の右側と河川付近に集中しており、道路、公園、下水道などの公共施設や宅地で地盤の沈下や擁壁の変状、建物の傾斜等の被害が発生し、河川付近では湧水や噴砂痕も確認された。また、矢印で示した範囲（赤着色範囲）では、傾斜下方（河川側）に向かって0.1 m程度の地表面変位が生じたことに加え、舗装路（生活道路）には最大0.3 m程度の段差が生じ、交通障害が発生した。

図-2は地形調査から得られた切盛図である。被害は盛土側に集中して発生しており、地表面変位や段差が生じたのは切盛境界付近の盛土厚が大きな領域であることが分かる。また、河川周辺の地下水位はGL-1.0 m以浅であり、ここに湧水や噴砂痕が集中していた。なお、河川周辺で実施されたボーリング箇所の一部では顕著な液状化被害の可能性が高いと判定されている³⁾。さらに、地表面変位が確認された領域を対象とした斜面安定解析⁴⁾では、地震時の過剰間隙水圧を考慮すると安全率が1を大きく下回ることも確認されており、この地区では河川周

辺域の液状化が地表面変位の発生に大きく関与したと判断している。

以上の検討を踏まえて、月寒東地区を含む流域の地下水流動場を再現した3次元モデルなどから対策効果を確認し、道路に暗渠管を敷設する地下水位低下工法によって盛土全体の安定化を図ることとした。一方、舗装路に生じた段差については、傾斜下方（河川側）への滑動だけでなく、地震動によって緩い盛土が圧縮沈下したことも関与していると考え、切盛境界に位置する舗装路下に、最大0.3 mの段差抑制を可能とする対策工を別途施工することとした。

段差抑制対策工については、過去の大きな地震でも橋台やボックスカルバート等のコンクリート構造物と道路盛土の境界部の段差による交通障害が報告されており⁵⁾、ジオシンセティックス等を用いた様々な対策工が提案されている^{6,7)}。中でも、路床の上に拘束部材によって粒状材料とその間に敷設した複数枚のジオグリッドを挟んだ複合剛性層を構築する段差抑制工法は、大規模実大実験によって優れた段差抑制効果が確認されている⁸⁾。しかし、今回の対象が生活道路であるため、宅地利用の形態変更や道路の再整備時には各種埋設管の掘削が必要であり、先の工法では部分撤去後の再構築が困難と考えた。そこで、部分的に切断しても再接続が容易で、厚さによる曲げ抵抗も期待できるジオセルを用いた段差抑制対策について検討した。

図-3は対象地域での適用を検討した段差抑制工法の概要⁹⁾であり、碎石（C40）を充填したジオセルを不織

¹非会員，札幌市建設局市街地復旧推進室（〒060-8611北海道札幌市中央区北1条西2丁目）

²IGS個人会員，北見工業大学 工学部 社会環境系（〒090-8507北海道北見市公園町165）

³非会員，前札幌市建設局市街地復旧推進室（〒060-8611北海道札幌市中央区北1条西2丁目）

⁴非会員，札幌市建設局市街地復旧推進室（同上）

*責任著者，kohei.sogabe@city.sapporo.jp

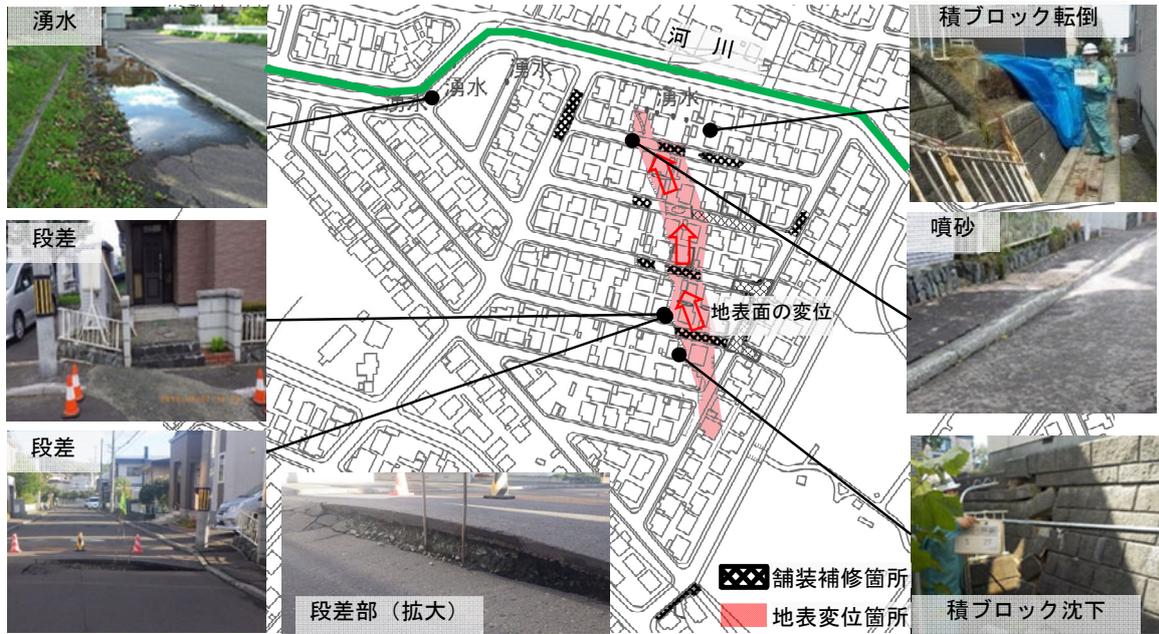


図-1 豊平区月寒東地区における被災概要

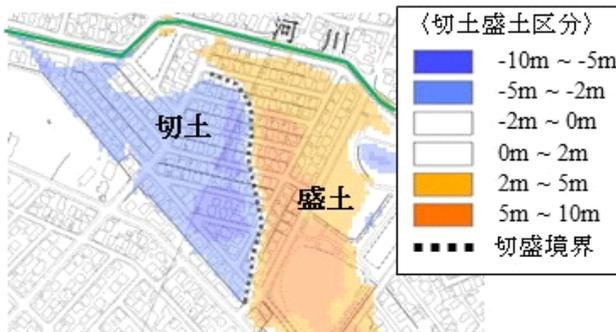


図-2 豊平区月寒東地区の切盛図

布で巻き、切盛境界上に設置するものである。ジオグリッドと比較して、ジオセルの厚みの分だけ摩擦を発揮する表面積が大きくなることや、対策工自体の自重が増すことで、地震による急激な段差変位が生じても盛土側への引張力に対して抵抗することが期待できる。また、中詰め材がジオセルと不織布によって拘束されることで、曲げに対しても抵抗し、変形がなだらかになることも期待できる。以上のことから、この対策工によって再度災害時にも最低限緊急車両が通過できる程度の路面形状は保持できると考え、これまでに室内模型実験や実大舗装路を用いた実証実験を行っている⁹⁾。

本稿では、この実証実験について概説した上で、この実験から得られた施工や仕様に関する課題解決のために新たに実施した実大模型実験について詳述する。また、ジオセルの引抜き試験結果に基づいた敷設長に関する検討についても記載する。

2. 実大舗装路を用いた実証実験結果の概要

図-4は実証実験で構築した全長55mからなる舗装路の概要図である⁹⁾。構成が分かりやすいように縮尺比を変

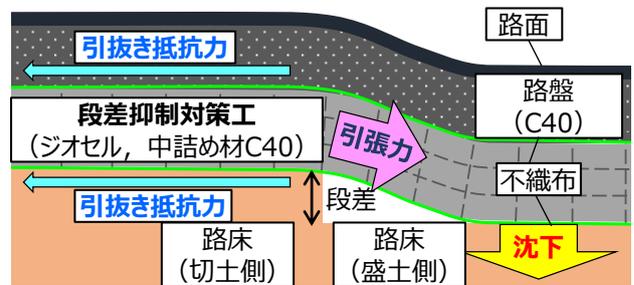


図-3 対象とした段差抑制工の概要図⁹⁾

えて描いている。予め段差のために陥没させる範囲の基礎地盤（路床）を0.3 m掘削し、厳冬期に散水と圧雪を繰り返して十分な支持力を持つ雪氷層を構築した。この掘削（冰雪）領域を2箇所設けることで、段差が4箇所になるようにしており、それぞれに無対策と、1層あたり高さ0.15 mのジオセルを1～3層重ねた段差抑制工を設置した。ジオセルの設置範囲については、事前に実施した縮尺比1/15の模型実験結果を参考に切土側に3m、盛土側に5mとした。なお、対策工には目付300 g/m²、厚さ3.0 mm、幅2 mの不織布を使用した。これを予め道路横断方向に複数枚敷設してから所定の層数だけジオセルの設置と中詰め材の充填を繰り返し、その後でジオセル層全体を不織布で巻いている。敷設時における不織布のラップ長（重なり部分の幅）はいずれの部分も0.5 mとした。また、アスファルト混合物層と路盤の厚さは対象とする市道と同様にし、全体の層厚を合わせるために路盤の下0.45 mの範囲は全て砕石（C40）で構築した。すなわち、無対策でも路盤の下0.45 mは砕石置換されていることに等しくなっている。その他、施工の詳細については、参考文献⁹⁾を参照されたい。

図-5は冰雪層の融解に伴う変形が収束した後に実施したダンプトラックによる走行前後の道路中央と輪荷重用位置（道路中央から0.95 m）での水準測量結果である。

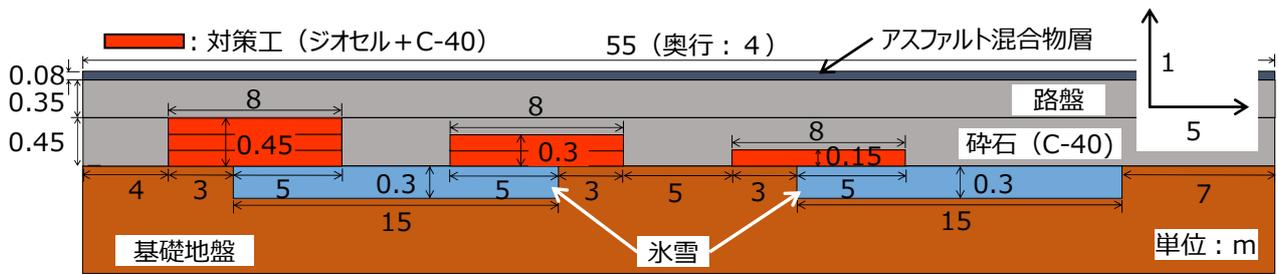


図4 実大舗装路を用いた試験の概要⁹⁾

ダンプトラックは総重量200 kNに調整し、走行試験では実大舗装路を100往復させた。なお、便宜上陥没域を盛土側、それ以外を切土側とし、図中には切盛境界の位置を示している。また、目安として測点間の最急勾配（角度）と、切土側の路面から0.3m（想定した沈下量）の位置も示している。走行試験前の結果を比較すると、無対策に近づくほど、最急勾配は大きくなる一方で、切土側での沈下領域が拡大している。また、ジオセル3層では他ケースと比べて局所的に急勾配となっている箇所もなく、全体的になだらかな路面形状になっている。

次に、走行試験後と比較すると、ジオセルの層数が増えるほど、道路中央と輪荷重作用位置の高低差が小さくなっており、ジオセル3層の対策工を設置した範囲では、走行試験前後ともになだらかな路面形状を保持している。これは砕石を充填し、全体を不織布で巻いたジオセル層が持つ剛性によって支持力が向上し、局所的な輪荷重に対して一体的に変形したためと考えられる。さらに、この対策範囲では標準的な救急自動車の走行が可能な路面形状であることを確認している。その一方で、無対策では切土側も沈下することで、段差周辺の全体的な勾配は対策工を設置した場合に比べて小さくなっていった。これについては、無対策では段差周辺にある砕石がジオセルと不織布によって拘束されていないため、切土側の砕石が、融けた氷雪による空隙に向かって移動し、勾配は緩やかになるものの、周辺の密度は低下したと考えている。このため、無対策では走行後における道路中央と輪荷重作用位置の高低差（わだち掘れ）が顕著になったと推察される。さらに、この結果は砕石置換をするだけでも十分な段差抑制効果が得られる場合があることを意味するが、地震時の変形は実証実験と比べて急速であり、水平方向にも生じうる。また、盛土側が切土側から離れる方向に圧縮変形した場合には、砕石だけではこの引張力に抵抗できないと考えられる。これらのことから、地震動が作用した際には、図-1中に示したような走行困難な段差が生じる可能性が高いと考えている。

以上のことを総合的に勘案し、3層のジオセルであれば、対象地域で要求される最大0.3 m程度の段差抑制性能を確実に満足すると判断したが、最適なジオセルサイズや不織布の巻き方については更なる検討の余地が残った。また、プレートコンパクターとハンドガイドローラーによって転圧したジオセル中詰め材（砕石）の締め固め度は93 %程度であり、路床の規格値（95 %以上）を満足していなかったため、転圧方法に関する検討が必要であ

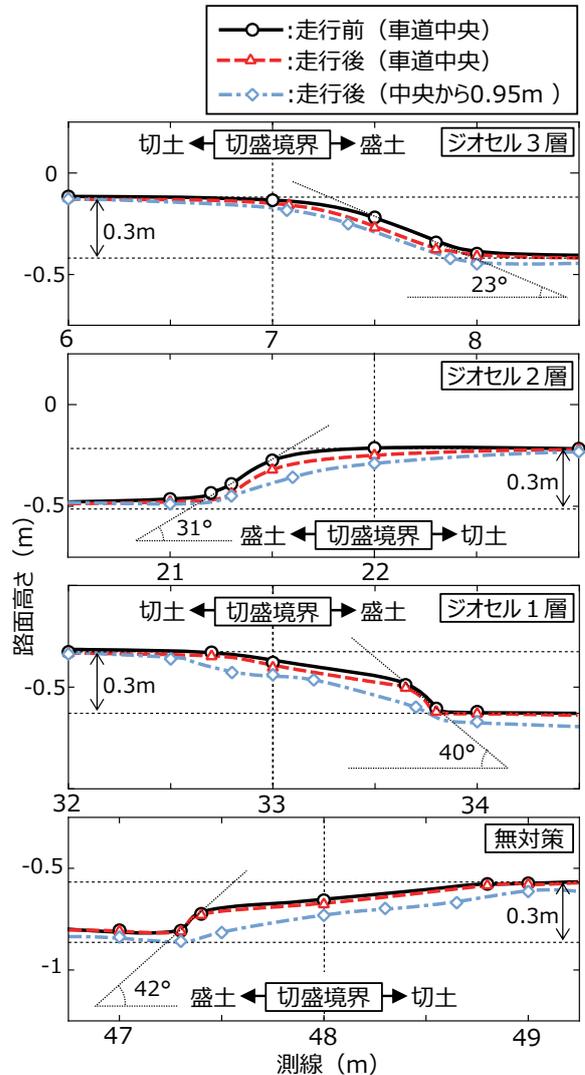


図5 走行試験前後の水準測量結果

ることも明らかとなった。さらに、対策工の経済的な設計を行うには、設置範囲の決定方法についても検討した方が良いとの判断に至った。

3. 大型クレーンを用いた実大模型実験

(1) 実験方法

写真-1は先述した実大舗装路を用いた検証結果から得られた課題を解決するために実施した実大模型実験の様子である。また、図-6は実大模型実験の寸法や機構に関



写真-1 大型クレーンを使用した実大模型実験の様子

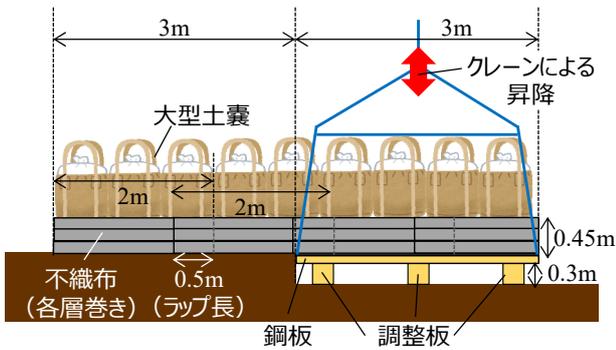


図-6 実大模型実験の概要図 (ケース2,3の例)

する概略図である。例として、ケース2, 3における段差発生直前の様子を示している。実験は北海道美幌町にある採土場内で実施した。段差を生じさせる部分を予め掘削し、そこに段差を生じさせるために引き抜く高さ0.3 mの調整板と、十分な支持力が発揮されるようH鋼で補強した鋼板を設置した試験地盤を2箇所構築した。また、対策工と鋼板との摩擦が小さくなりすぎないように、鋼板の上には碎石を薄く敷設した。

表-1はこれらの試験地盤を用いて2ケースずつ、2回に分けて実施した計4ケースの条件をまとめたものである。前章の実大舗装路で用いたジオセルは展開時の1セルの標準寸法が直径約0.3 mの円形状になるMサイズ (高さ0.15 m) であったが、この実験ではMサイズに加えて、曲げ抵抗が大きくなることを期待し、標準寸法が直径約0.25 mの円形状になるSサイズ (高さ0.15 m) のジオセルも使用した。また、実大舗装路では3層のジオセルを重ねた後で全体を不織布で巻いたが (全層巻き)、ジオセルを1層ずつ不織布で巻く方法 (各層巻き) でも実験を行った。なお、不織布については、実大舗装路実験と同様に、予め幅2 mの不織布をラップ長0.5 mになるよう横

表-1 実大模型実験のケース一覧

	ジオセルサイズ	ジオセル層数	不織布の巻き方
ケース1	M	3	全層
ケース2	M	3	各層
ケース3	S	3	各層
ケース4	S	2	各層

断方向に複数枚設置し、ジオセルの設置と中詰め材の充填を行ってから、所定のジオセル層を巻いた。

実大模型実験は、試験地盤の上に対策工の中央が鋼板と原地盤との境界になるよう、ジオセルサイズや不織布の巻き方が異なる幅2 m、長さ6 m (切土側3 m、盛土側3 m) の段差抑制工を構築し、路盤とアスファルト混合物層の上載圧に相当するだけの大型土嚢を載せた。ここで、幅2 mは対象地区の生活道路および先述の実大舗装路における幅員の半分 (片車線分) に相当する。次に、鋼板を大型クレーンでわざわざ吊り上げた後、調整板を引き抜き、クレーンで鋼板を下すことで0.3 mの段差を生じさせた。なお、調整板を引き抜いてから鋼板を着底させるまでに要した時間は概ね10秒程度である。

(2) ジオセルサイズと不織布の巻き方に関する検討

図-7は実施した4ケースの幅員中央における段差周辺の形状を比較したものである。形状は上載荷重とした大型土嚢を撤去した後に水準測量によって計測した。各層巻き3層でセルサイズのみが異なるケース2, 3を比較すると、切盛境界付近での高さに幾分違いが見られるものの、変形している区間の最急勾配や、盛土側で変形が収束する位置は同程度であるため (位置1.8 m付近)、走行性の面で両者にそれほど大きな違いはないと判断した。次

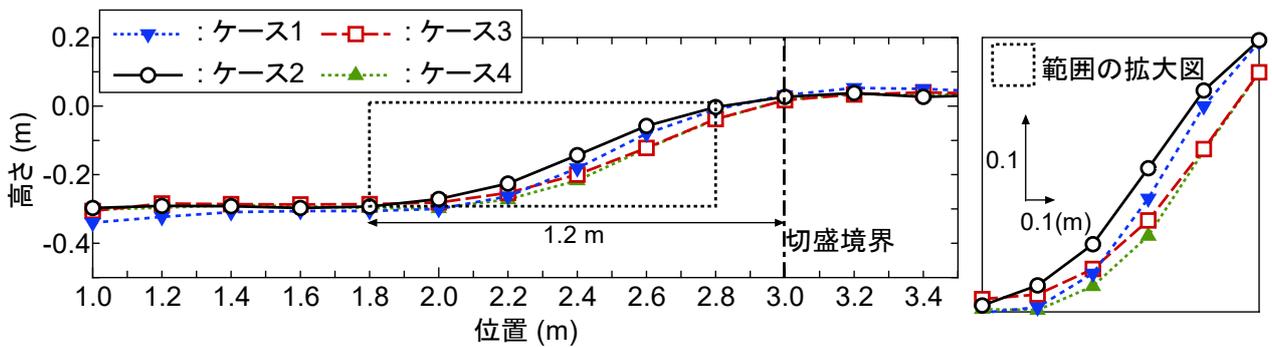


図-7 実大模型実験後の水準測量結果

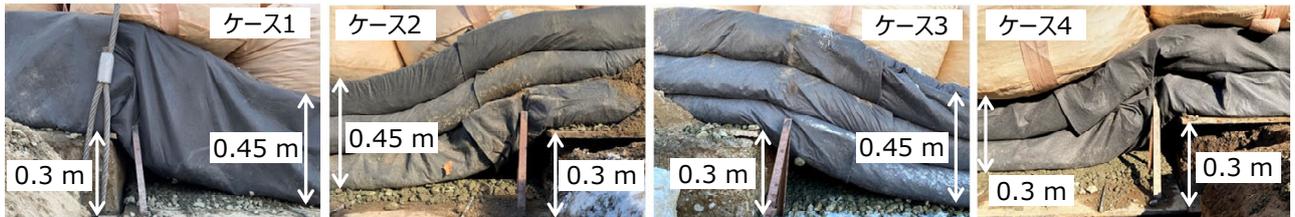


写真-2 実大模型実験後における段差近傍の様子（対策工側面）

に、ケース1（全層巻き3層のMサイズ）とケース4（各層巻き2層のSサイズ）に着目すると、変形している区間の最急勾配はケース2,3と比べて幾分大きい傾向にあり、盛土側で変形が収束する位置についても、ケース2と比べて幾分切盛境界に近い傾向にある。

写真-2は段差発生直後における段差近傍の様子を比較したものである。いずれのケースにおいても、段差近傍の中詰め材はジオセルと不織布によって拘束されており、段差部分には空隙ができてることが分かる。しかし、先述の結果を裏付けるように、ケース2,3の方がケース1,4に比べて大きな空隙が確保されているように見える。

写真-3は試験後に大型土嚢を撤去し、不織布を剥がしてから観察した段差付近の様子を比較したものである。先と同様に、ケース1,4には段差付近の中詰め材にはクラックが確認され、この結果からもケース2,3の方がケース1,4に比べて高い段差抑制効果を発揮していると判断した。

以上の検討に加えて、SサイズはMサイズに比べて1㎡当たりの単価が大きくなること、各層巻きにすることで増加する不織布のコスト増はそれほど大きくないを考慮した結果、実大舗装路実験よりもなだらかな変形になることが期待できるMサイズの各層巻き3層が最適と判断した。

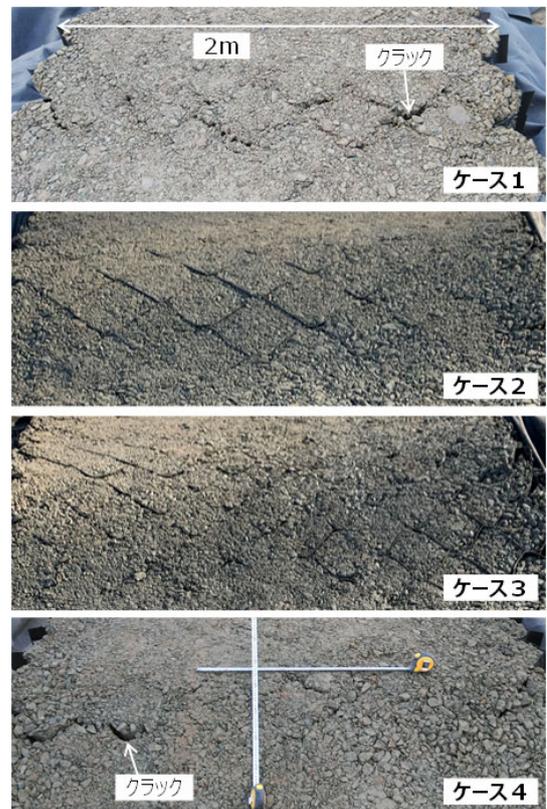


写真-3 実大模型実験後における段差付近の様子

(3) 中詰め材の転圧方法に関する検討

写真-4は締固め機械によってジオセル内に碎石（C-40）を充填している様子である。ジオセル敷設時の締固めに関して、中詰め材がセル内によって拘束されるため、転圧時に盛土材料が側方に移動しにくい点で転圧しやすい面がある一方で、盛土材とセル内面との摩擦があるために、高い締固め度にするのが困難との指摘もある¹⁰。そこで今回の実験では、路床の品質管理の規格値である締固め度95%になるのに必要な碎石量を予め用意し、そ

れをジオセル内に全て充填するのに必要な転圧回数を把握することにした。また、先の実大舗装路実験では使用しなかったタンピングランマーも使用した。

検討の結果、プレートコンパクター、タンピングランマー、ハンドガイドローラーの順で、各3回ずつ転圧することで確実に所定量の中詰め材が充填されることを確認した。また、セル内から碎石を採取し、締固め度が95%を超えることも確認した。



写真-4 締めめ機械を用いた転圧の様子



写真-5 実大舗装路で実施した引抜き試験の様子

4. 敷設長に関する検討

先述のように、段差発生時における切土側のジオセルには、盛土側の沈下に伴って引張力が作用すると考えられ、これによって切土側が盛土側に向かって移動すると、段差付近の勾配は大きくなると考えられる。よって、敷設長に関する検討を行うためには、ジオセルの引抜き抵抗を把握することが重要と考えた。

写真-5は実大舗装路の構築時に引抜き試験用として埋設したジオセルを用いた引抜き試験の様子である。1層当たりのジオセルは幅4個×奥行き4個としており、予め引抜き用の治具を装着した状態で埋設した。試験時には治具よりも深い位置まで舗装路を開削してから重機によって引抜き抵抗が減少するまで水平に引き抜き、その間の最大引張力を計測した。このとき、水平変位についても計測したが、治具周辺の伸びなどによってジオセル全体の変位を反映していないと判断し、ここでは割愛している。ただし、試験終了時にはジオセル全体が引き抜けていることを確認した。なお、層数が異なるジオセルを2カ所に埋設しており（1層と2層）、それぞれ全体を不織布で巻いている。写真中には、それぞれの引抜き試験で得られた最大荷重も示しており、1層よりも2層の方が大きい。これは主に側面の面積（層数）の違いによると思われる。

図-8は幾つかの仮定に基づいた引抜き試験時の力の釣合いに関する概念図である。側面の引抜き抵抗はセルの凹凸形状によって単なる摩擦に比べて多くなると考えられるが、ここでは粘着力の無い単なる摩擦則に従うと仮定した。また、上下端面についても同様な摩擦側に従うが、側面の摩擦角とは異なると仮定し、各試験での引抜き抵抗は以下の2式で表現できると考えた。

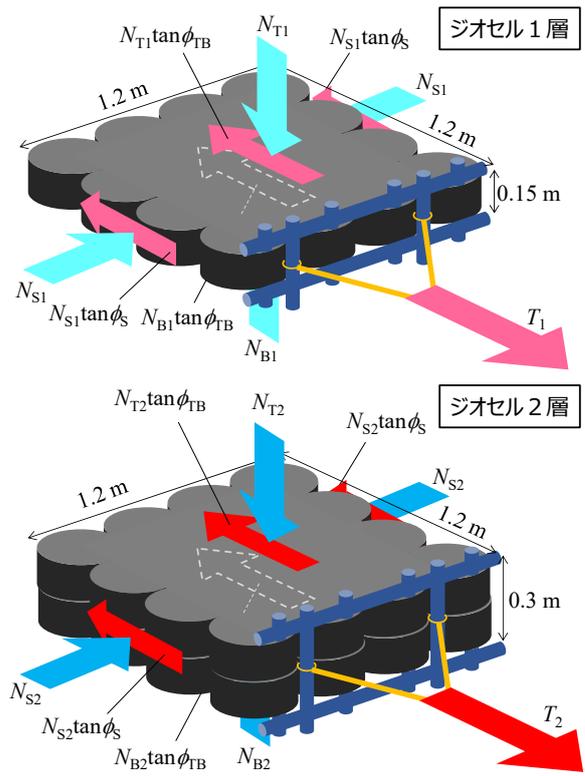


図-8 引抜き試験時の力の釣合いに関する概念図

き抵抗は以下の2式で表現できると考えた。

$$T_1 = (N_{T1} + N_{B1}) \tan \phi_{TB} + 2 N_{S1} \tan \phi_S \quad (1)$$

$$T_2 = (N_{T2} + N_{B2}) \tan \phi_{TB} + 2 N_{S2} \tan \phi_S \quad (2)$$

ここで、各試験の上下端面に作用する垂直荷重 N_{T1} , N_{B1} , N_{T2} , N_{B2} については、ジオセルの断面形状を円と見なして計算した端面の表面積と（図-8参照）、アスファルト混合物層や碎石の単位体積重量から計算した土被り圧から求めた。また、ジオセル側面に作用する垂直応力 N_{S1} , N_{S2} についても、同様にジオセルの断面形状を円と見なして計算した側面の表面積と、静止土圧係数を0.5と仮定して土被り圧から計算した水平応力から求めた。そして、これらの値と、先述の引抜き試験で得られた最大荷重をそれぞれ T_1 , T_2 として式(1), (2)に代入し、最も誤差が小さくなる摩擦角 ϕ_B と ϕ_s を求めたところ、それぞれ22.2°と47.8°となった。

ϕ_B は不織布と碎石との摩擦角に近いと考えられるが、碎石（C-40）の摩擦角を40°程度と考えると、ジオシンセティックスと地盤材料の摩擦角は地盤材料の摩擦角を超えないとの研究成果¹¹⁾に整合している。また、側面の摩擦角はセルの凹凸形状による影響が反映されることで上下面の摩擦角よりも大きくなると想定されるが、碎石の摩擦角と比較しても、過度に大きな値にはなっていないと判断した。以上のことから、 ϕ_B と ϕ_s を用いて計算される引抜き抵抗力を用いて敷設長に関する検討を行うことにした。

図-9は敷設長の検討に用いた概念図である。段差発生時（図-9a）については、盛土側が急速に沈下し、図中に示すように盛土側にある対策工が浮いた状態を想定した。このとき、切土側対策工に作用する引抜き力を含めた力の釣合いを考えることは極めて難しい。また、盛土側の地盤による引抜き抵抗がどの程度発揮されるかについても不明である。そこで、安全側に考えて切土側対策工に作用する引抜き力は、少なくとも盛土側対策工の自重を含む鉛直荷重 W_1 よりは小さいとの考えに基づき、切土側対策工の敷設長 L_1 と盛土側対策工の敷設長 L_2 との関係を求めることにした。具体的には、切土側対策工の引抜き抵抗力 T_{EQ} が W_1 より大きければ切土側対策工の引き抜けは生じないと考え、これを満足する L_1 と L_2 との関係を求めた。対象地域と同様に幅員（奥行き）は4 mとし、図-8に示した考え方に基づき、 $\phi_B=22.2^\circ$, $\phi_s=47.8^\circ$ として T_{EQ} を求めると、 $51.2 L_1$ (kN)になった。なお、先述したように盛土側の引抜き抵抗力については考慮していない。一方、 W_1 はそれぞれの単位体積重量を用いて求めると、 $66.9 L_2$ (kN)となった。このため、 L_1 が L_2 の1.31 (= $66.9/51.2$) 倍を超えていれば、 T_{EQ} は W_1 より大きくなるため、引き抜けは生じないと考えた。

一方、段差発生後の交通荷重載荷時については（図-9b）、切盛境界から盛土側対策工が着底するまでの長さを L_3 とし、この範囲の変形は線形で、この範囲に交通荷重 K が作用すると考えた。このときも切土側対策工に作用する引抜き力を含めた力の釣合いを考えることは困難であり、盛土側の地盤による引抜き抵抗や地盤反力についても不明である。そこで、先と同様に切土側対策工に作用する引抜き力は、着底するまでの範囲にある盛土側対策工の自重を含む鉛直荷重 W_2 と K の合計よりは小さいとの考えに基づき、 L_1 と L_3 との関係を求めることにした。幅員（奥行き）は4 mとし、 K については切盛境界から着底するまでの範囲に10 kN/m²の等分布荷重が作用すると考えた結果、 W_2 と K の合計は $100.2 L_3$ (kN)となった。このため、 L_1 が L_3 の1.96 (= $100.2/51.2$) 倍を超えていれば、 T_{EQ} は W_2+K よりも大きくなるため、引き抜けは生じないと考えた。先述した実大舗装路実験と実大模型実験において、切盛境界から路面あるいは対策工表面の変形が収束するまでの距離が L_3 に相当すると考えると、その大きさはいずれの試験でも概ね1.2 m以下であった（図-5, 図-7参照）。このため、少なくとも L_1 が 2.35 (= 1.2×1.96) mより大きければ、 L_3 の1.96倍を超えることになる。いずれの実験でも L_1 は3 mであったため、この条件を満足していたことになる。

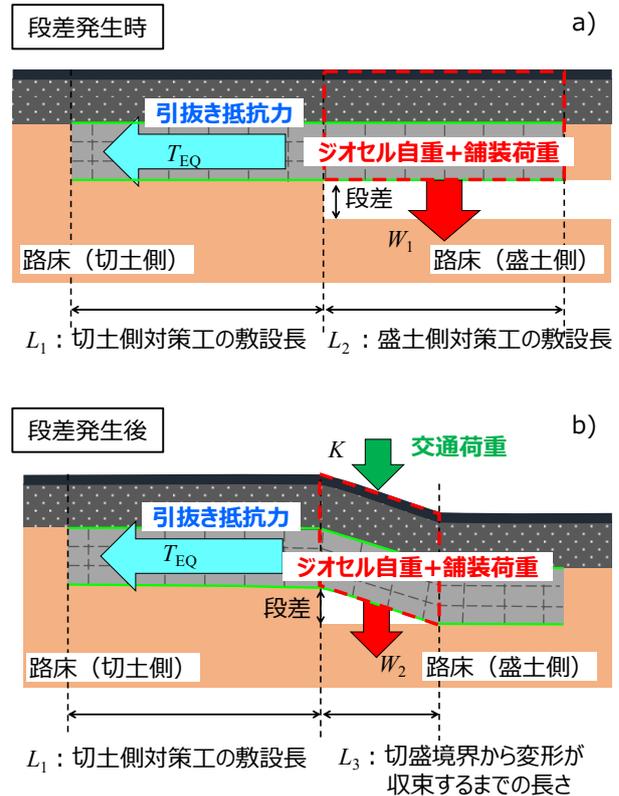


図-9 敷設長の検討に用いた概念図

一方、実大舗装路実験や実大模型実験と同様に L_1 を3 mとすると、 L_2 は 2.29 (= $3/1.31$) mより小さければ先の条件を満足することになる。実大模型試験における L_2 は3 mであったが、切土側が盛土側に向かって移動している様子は確認されなかった。しかし、先述のように切盛境界から変形が収束するまでの距離は概ね1.2 m以下であり（図-7参照）、それより1 m程度長ければ走行性に与える影響も小さいと考えられるため、経済性を考慮して L_2 を22 m程度まで小さくしたとしても問題は生じないと考えられる。ただし、上記の検討については、多くの仮定に基づいて行われているため、ジオセルの引抜き抵抗力を含め、今後も模型試験や実大実験等によって検討を続けたいと考えている。

5. まとめ

筆者らは北海道胆振東部地震によって札幌市月寒東地区に生じた段差による交通障害の再度災害防止を目的として、ジオセルを用いた生活道路を対象とする段差抑制対策工に関する検討を進めている。本研究では実大舗装路を用いた検証実験から得られた課題を解決するために、大型クレーンを用いた屋外実大模型実験やジオセルの引抜き試験を新たに実施した。これらの実験から得られた知見を以下にまとめる。また、今後はより大規模な段差や幹線道路への適用についても、検討していきたいと考えている。

- 1) 実大模型実験でジオセルサイズや不織布の巻き方について検討した結果、サイズの影響は小さく、各層ごとに不織布で巻く方が段差抑制にとって効果的であることが分かった。
- 2) プレートコンパクター、ハンドガイドローラーに加えて、タンピングランマーを用いることで、規格値を満足する締固め度を得るための転圧回数を決定できた。

謝辞：本研究に協力頂いた北見工業大学の学生や施工業者の皆様、当地区の復旧にお力添えを頂いた全ての皆様に対して深甚なる感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐々木将仁, 渡部要一, 川尻峻三, 櫻井英文, 須志田健: 北海道胆振東部地震における札幌市清田区里塚地区の市街地の復旧について, 地盤工学会北海道支部技術報告集 第60号, pp.139-148, 2020.
- 2) 地盤工学会: 平成30年北海道胆振東部地震による地盤災害調査団最終報告書, pp.20-54, 2019.
- 3) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (宅地防災), <http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/takuti.html> (2021年10月12日閲覧可能) .
- 4) 国土交通省: 大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説, pp.1-126, 2015.
- 5) 社団法人土木学会, 東京大学, 京都大学, 長岡技術科学大学, 早稲田大学, 中央大学: 活褶曲地帯における地震被害データアーカイブスの構築と社会基盤施設の防災対策への活用法の提案, 平成17年度文部科学省科学技術振興調整費, 平成17年度研究成果報告書, 2006.
- 6) 竜田尚希, 横田善弘: 基礎的実験による既存道路の地震時段差対策の効果, 平成30年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 2018.
- 7) 峯岸邦夫, 石井大悟, 山中光一, 渡部健: 道路境界部に用いたジオセルの段差抑制効果および強度特性, ジオシンセティックス論文集, Vol.29, pp.135-138, 2014.
- 8) 辻慎一郎, 竜田尚希, 石垣勉, 太田秀樹: ジオグリッドを用いたアスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法に関する現場実験, ジオシンセティックス論文集, Vol.27, pp.89-92, 2012.
- 9) 館林雅治, 川口貴之, 渡邊達也, 古矢達也, 川尻峻三, 中村大, 原田道幸: ジオセルを用いた舗装路の段差抑制に関する検討: ジオシンセティックス論文集, Vol.35, pp.207-214, 2020.
- 10) 村田芳信, 荻谷敬三, 八嶋厚, 岡村拓朗, 伊藤修二, 辻慎一郎, 横田善弘: 道路舗装長寿命化に向けたジオシンセティックスを用いた路盤改良の試み(2)—試験施工の概要と効果確認の試み—, ジオシンセティックス論文集, Vol.34, pp.69-74, 2019.
- 11) Jewell, R.A., Milligan, G.W.E, Sarsby, R.W. and DuBois, D.: Interaction between soil and geogrid, POLYMER GRID REINFORCEMENT, pp. 1-13, 1984.

FULL-SCALE MODEL TEST ON RESTRAINT METHOD OF BUMPS CAUSED BY EARTHQUAKE USING GEOCELLS

Kohei SOGABE, Takayuki KAWAGUCHI, Shunzo KAWAJIRI, Ken SUSHIDA and Hidefumi SAKURAI

The 2018 Iburi eastern earthquake caused a traffic obstruction due to bumps of up to 0.3 m caused by sliding deformation due to liquefaction and compressive settlement of the embankment due to seismic motion on the residential road in the Tsukisamu Higashi district of Toyohira-ku, Sapporo. As an effective restraint method for such bumps, the development of countermeasures suitable for residential roads using geocells that can be easily removed and reconstructed is underway. In this paper, a full-scale model test using a large crane is described in detail, which was carried out to obtain the optimum geocell size, non-woven fabric installation method, and optimal compaction method to satisfy the standard value.

KEYWORDS: Geocell, Restraint Method of Bumps, Pavement Road, Earthquake