

開催報告

第 36 回ジオシンセティックスシンポジウム

苫小牧高専 中村 努

令和3年12月2日(木)～12月3日(金)の2日間にわたり、第36回ジオシンセティックスシンポジウムがハイブリッド形式(対面式:大宮ソニックシティおよび zoom meeting によるオンライン形式)にて開催された。桑野二郎 IGS 日本支部長による開会挨拶で始まった本シンポジウムは、19編の論文が4つのセッションにわたって発表され、各セッションとも活発な討議がなされた。初日第1セッション終了後には「コーポレートメンバー委員会・行事委員会(共同企画)」から製品・工法紹介があった。午後からは「本部関係の報告と議論」および「委員会セッション」が行われた。第2セッション終了後には IGS 日本支部賞表彰式が開催された。2日目は午前と午後に合わせて2つの研究発表セッションが行われ、午前の第3セッション終了後には龍岡文夫先生による特別講演が開催された。午後からは「行事委員会・電子情報化委員会(共同企画)」による特別セッションが開催された。すべてのセッションが終了し平井貴雄 IGS 日本支部幹事長の閉会の挨拶があり、今回のシンポジウムは幕を閉じた。

以下は各セッションの概要である。

<セッション概要>

第1セッション 座長:橋伸也(神戸大)

- ・最近の地震履歴を用いた鉄道盛土の全国地震リスクマップ

篠田昌弘(防衛大)・宮田喜壽

これまでの鉄道盛土の耐震性評価は、特定の作用力と抵抗力を用いて確定論的評価を実施してきた。しかしながら、実際には、地盤物性には大きなばらつきがあり、地震の発生頻度、発生規模、発生場所にも大きなばらつきがある。本研究では、まず、1996年から観測されている強震観測網を用いて、日本全国の地震発生確率のハザード評価を実施した。次に、典型的な鉄道盛土を対象に信頼性解析を実施して、特定の地震動の大きさに応じた鉄道盛土の限界状態超過確率を算定して、フラジリティ評価を実施した。最後に、上記のハザード評価結果とフラジリティ評価結果を用いて、鉄道盛土の地震時確率論的リスク評価を実施して、地震リスクを全国地図にマッピングした。

- ・長時間加振条件における補強土壁-基礎地盤系の動的相互作用

高倉太希・篠田昌弘(防衛大)・宮田喜壽

本研究では、永久磁石式振動台を用いて、無補強擁壁と補強土擁壁の長時間加振実験を実施して、補強土壁と基礎地盤の動的相互作用について検討を実施した。加振実験の結果、無補強擁壁は、支持地盤の降伏により比較的小さい加振エネルギーで脆性的に崩壊したが、補強土擁壁は比較的大きい加振エネルギーを与えても、フーチングつま先部への応力集中が生じないため支持地盤が降伏せず、大きな変形が生じなかった。また、補強材長さが短い補強土擁壁の加振実験では補強領域の減少により加振中に継続的な補強材張力の減少が生じた。

・ 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(札幌市)・川口貴之・川尻峻三・須志田健・櫻井英文

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 0.3m 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試験について詳述する。また、実大舗装路で実施した引抜き試験についても記載し、その結果に基づいて対策工の引抜き抵抗力を算出し、切土部の敷設長についても検討した。

・ 降雨浸透および地震の影響により変状したジオグリッド二重壁補強土壁の措置事例

伊藤修二(前田工織)・久保哲也・辻慎一郎

ジオグリッド二重壁補強土壁は、コンクリートパネルで形成された外壁とジオテキスタイルによる補強領域で形成された内壁で構成され、その間に砕石による排水層を設けた構造で、道路擁壁として広く適用されている。補強土壁は、一般に規模が大きく厳しい条件の箇所で設置されることが多いため、変状が生じると道路交通や周辺の構造物等に与える影響が大きく、その修復性は補強土壁の規模、設置条件、変状の程度と原因により異なる。また、近年では地震による災害のほか、豪雨の発生頻度も高いため、変状や損傷が生じた補強土壁の措置方法の確立が望まれる。そこで、本論文では、降雨および地震の影響により変状した二重壁補強土壁を対象として、補強土壁の構成材料の性能を確認したうえで、現場条件に応じた措置を行った事例を報告する。

・ ソイルネイルと組み合わせたジオグリッド補強土壁の耐震性

岡寄進也(埼玉大院)・Zeping Bao・Albano, A. Ajuda・桑野二郎

ジオグリッド補強土壁にソイルネイルを追加した場合の地震時の挙動を調査するため、ジオグリッドとソイルネイルを使用して補強土壁模型を作製し、振動実験を行った。ジオグリッド補強土壁にソイルネイルを追加することで耐震性の向上が確認され、またジオグリッドのみでは補強できていなかった部分にソイルネイルを追加することでの補強効果が確認された。ジオグリッドを固定せずソイルネイルのみを壁面に固定した補強土壁に対しても振動実験を実施し、耐震性を確認した。これにより地震によりジオグリッドが損傷したジオグリッド補強土壁でも、ソイルネイルを追加することで耐震性を回復できることが示された。

委員会セッション 進行：榎尾孝之（太陽工業）

- ・ コーポレートメンバー委員会・行事委員会(共同企画)：製品・工法紹介

本部関係の報告と議論 進行：勝見武(京都大)・宮田喜壽(防衛大)

- ・ 理事会報告
- ・ IGS オンライン行事指針の紹介
- ・ サステナビリティに関する活動と議論

委員会セッション 進行：平川大貴（中央大）

- ・行事委員会：2022年以降のジオシンセティックス論文集の編集について

第2セッション 座長：河村隆（信州大）

- ・ジオグリッドによる矢板引抜き時のたわみ性管の変形抑制効果について

園田悠介・徳増美月・澤田豊(神戸大)・河端俊典

土留めを行う矢板施工でパイプラインを敷設する場合、埋戻し後の矢板引抜きにより、管が過度に変形するなどの被害が報告されている。矢板引抜きの影響を把握し、合理的な設計手法確立を目指した研究は多数ある一方で、矢板引抜きの影響を軽減する工法に関する知見は乏しいのが現状である。本研究では、ジオグリッドを用いて、矢板引抜きの影響を軽減する方法を検討するための矢板引抜き実験を行った。その結果、管周辺の基礎材をジオグリッドで囲い、一体化することで、矢板引抜きに伴う水平土圧の急激な低下が抑えられ、管の変形を抑制できることがわかった。また、ジオグリッドの設置方法に関して、管およびその周辺全体を囲むよりも、基床部と管上部にそれぞれ分けて囲む方が管の変形抑制効果が高いことが明らかとなった。

- ・グラベル基礎補強併用低改良率地盤改良工法における応力分担比に関する模型試験

松田圭大(北海道科学大)・川口貴之・古矢達也・橋本聖・林啓二・川端伸一郎

泥炭性軟弱地盤上に盛土を構築する際の側方流動や不同沈下抑制対策として、グラベル基礎補強併用低改良率地盤改良工法が提案されている。本工法において、泥炭性軟弱地盤はセメント添加時の強度が発現しにくいいため、より経済的な設計を可能にするためには、改良体直上と未改良地盤に作用する応力分担比を明らかにする必要がある。そこで本研究では、サンドマットやグラベル基礎補強体厚など、本工法における応力分担比に及ぼす諸要因の影響について、縮尺比1/20の模型試験によって詳細に検討した。その結果、改良体上にグラベル基礎補強体を構築することで、ジオテキスタイルのみを敷設するよりも応力分担比が増加することや、改良体上にサンドマットを設けると応力分担比が低下することなどが明らかとなった。

- ・2層のジオセルで構成されるのり面保護工の浸透抑制機能に及ぼす不織布の影響

古矢達也・中川一真・川口貴之(北見工大)・中村大・川尻峻三・原田道幸

これまでに実施した実物大実験や散水模型実験から、碎石を充填したジオセルの上に不織布と砂質土を充填したジオセルを重ねたのり面保護工には背後への雨水浸透を抑制する機能があることを確認している。しかし、層間に敷設している不織布が本のり面保護工の浸透抑制機能に及ぼす影響については明らかになっていない。そこで本研究では、厚さや目付が異なる不織布を用いた2種類の散水模型実験を実施した。その結果、浸透抑制機能を保持するために不織布は不可欠であるが、不織布の厚さを大きくしても浸透抑制機能が高まるわけではないことを確認した。

- ・橋台背面アプローチ部における補強土壁の地震時挙動に関する振動台実験

辻慎一郎(前田工繊)・久保哲也・小嶋啓介・伊藤雅基

道路橋示方書では、通常の盛土構造でない構造を橋台背面アプローチ部に用いる場合には、実験等により検証して明らかにした橋台への作用等を設計で考慮する必要があると規定されている

が、補強土壁が橋台に与える影響は明らかになっていない。そこで、本研究では、橋台模型の背面に通常盛土とジオテキスタイル補強土壁模型を構築し、橋軸方向と橋軸直角方向に地震動を与える振動台実験を行い、アプローチ盛土の挙動と橋台背面に作用する土圧を計測した。その結果、橋台に与える作用として、橋軸方向加振時には主働土圧のほか受働土圧の作用を受け、橋軸直角方向加振時には主働土圧の作用を受ける傾向が得られた。本論文では、振動台実験で確認された地震時におけるアプローチ盛土の挙動と橋台背面に作用する土圧の作用について報告する。

・ ジオグリッドの土中促進クリープ試験に関する基礎的検討

宮本慎太郎・宮田喜壽(防衛大)・Richard BATHURST

著者らは、土層内に配置した単一リブのジオグリッドに対し、拘束圧作用条件で温度促進型クリープ試験を実施する方法について検討した。ジオグリッドの荷重装置への固定方法、土-ジオグリッドの摩擦特性を考慮したクリープ荷重の荷重方法、土中温度の調整方法に関して基礎的な検討を行った。本論文では、作製した装置の概要を説明し、治具とジオグリッドを接着材で固定する方法、土中引張試験で決定された摩擦係数を考慮した引張力の荷重方法、土と試験水に熱源を配置する温度調節法の有効性について、実験結果をもとに明らかにする。

第3セッション 座長：辻慎一郎(前田工織)

・ 補強材の敷設仕様と壁面剛性の異なるジオグリッド補強土擁壁の模型振動台実験

讃岐賢太(鉄道総研)・中島進・笠原康平・太田啓介・高木翔太・藤本達貴

補強材の敷設間隔や延長および壁面剛性が補強土擁壁の耐震性に及ぼす影響を考察するために模型振動台実験を実施した。模型補強材は剛性に関する相似則に加えて、新たに土と補強材の剛性比および土と補強材の摩擦角に配慮した相似則の検討を行い、適切な補強材を選定した。また、選定したポリエステル製の補強材の張力測定方法について検討し、実験結果の分析から一定の妥当性を有することを確認した。実験の結果、補強材の敷設間隔を疎とした場合に耐震性は低下するが、一部を長尺化することで従来相当の耐震性が確保できた。これは、剛な一体壁と補強材が強固に定着された構造の利点と考えられる。その推察を裏付けるように、補強材の配置を疎とし分割壁構造とした場合には一体壁構造と比較して破壊形態が大きく異なり耐震性が低下した。

・ 橋台背面 EPS 盛土に配置される床版による地震時作用土圧とその軽減対策

西剛整(CPC)・鳥居剛・林夏希・窪田達郎・京川裕之・古関潤一・小浪岳治

EPS 盛土では一般的に 3m 程度の高さ毎に RC の中間床版を設置するが、橋台背面に EPS 盛土を用いる場合、動的遠心模型実験の結果から、地震時に床版と橋台の衝突によると考えられる大きな作用力が生じることが報告されている。その挙動を確認し、中間床版による作用力を軽減する対策工の検討を目的として重力場での振動台実験を行った。また、上記の遠心模型実験のデータより、作用力が発生するときの慣性力の向きを確認した。振動台実験の結果、実験の条件によっては中間床版による作用荷重の発生が見られたが、橋台の背面側に慣性力が向かう時に生じるものであることを確認した。この傾向は、上記の遠心模型実験の結果でも同様であった。作用荷重の軽減対策としては、中間床版の一部を EPS 材に置き換える工法の有効性を確認した。

・表面粗さに着目した粘土とソイルセメント補強体の摩擦特性

石藏良平(九州大)・有間航・安福規之

近年、原位置の粘土とセメントを攪拌混合して強固なソイルセメントを造成する技術が広く普及している。盛土基礎地盤において、ソイルセメントとジオテキスタイルの併用技術を適用する場合、粘土とソイルセメント補強体との摩擦特性を適切に評価できれば、補強材に必要な引張強さの設定など、より合理的な設計が可能となる。本研究では、このような観点からの取り組みの中で、まず、リングせん断試験装置を用いて、粘土とソイルセメントを模擬した表面粗さの異なるアクリル板との摩擦試験を実施し、粘土粒子径と表面粗さの関係が摩擦特性に及ぼす影響を検討した。更に、実地盤改良杭等の表面粗さを調査し、母材土の粒子径との関係を把握した。得られた結果に基づき、ソイルセメントの周面摩擦抵抗を決定する方法について考察した。

・押え盛土による既存堤防の耐震化に関する基礎研究

平川大貴(中央大)・荒木裕行

既存堤防の地震時安定性の向上につながる河川掘削土の活用方法として堤体上部に掘削土を配置する方法を提案し、その効果を重力場での模型振動台実験で調べた。この方法では、1)既存堤防の押え盛土、2)堤防自重の増加に伴う基礎地盤の拘束圧レベルの増大による液状化抵抗力の増大、を期待している。実験的な検討の結果、堤防への押え盛土の配置は堤体自体の耐震補強だけでなく、基礎地盤の液状化抵抗の増加につながることを確認した。

特別講演 進行：平川大貴（中央大）

- ・龍岡文夫先生(東京大学名誉教授、東京理科大学名誉教授)

特別セッション 進行：小島謙一（鉄道総研）

- ・行事委員会・電子情報化委員会(共同企画)：鉄道におけるジオシンセティックスの活用(鉄道建設・運輸施設整備支援機構、東京インキ、東日本旅客鉄道、西日本旅客鉄道)

第4セッション 座長：澤田豊（神戸大）

・ジオテキスタイル防草シート損傷と樹木の限界高さの検討

米澤豊司(鉄道運輸機構)・野崎樹・佐藤文英・山洞晃一・小島謙一

建設発生土による土捨場の構造において、盛土本体からの浸出水が周囲環境に悪影響を及ぼさないように遮水シートと覆土による遮水工を行う場合がある。その際、遮水シートの防護と覆土上の自生樹木の根の張りを防ぐために防草シートを配置することがあるが、倒木の根返り力による防草シートの損傷を検討した例は少ない。倒木は、地震や積雪による影響などを除くと、常時においては風の大きさと樹高との関係で決まるものと考えられる。今回、東北新幹線（八戸・新青森間）の土捨場において、自生が確認されたカラマツを例に、防草シート損傷と樹木の限界高さの関係を検討した結果、防草シートは十分安全であり、計算上の限界高さは、過去の実績から得られた樹高よりも大きくなる場合もあることが分かった。

・管理型廃棄物海面処分場に用いられた LLDPE 製遮水シートの現地耐久性調査

大熊広樹・山崎智弘(東洋建設)・堀口結以・西村正樹・佐藤啓太・田中克

近年、管理型廃棄物海面処分場の遮水工に用いられる遮水シートは LLDPE 製である。2011 年 3 月に全面供用を開始した実処分場にて実サンプルを設置し、10 年間における遮水品質変化を評価するための試験を実施した。本設シートと同様に埋設したものの他に、法面にむき出しあるいは保護マットとともに設置したシート等を評価し、それらを比較した。その結果、埋設試料の引張試験では引張強さ・伸び率ともに劣化は認められなかった。また法面設置した試料は紫外線による表面劣化が認められたがその範囲はシートの実厚さ 3 mm 以上と比較して極薄層であると推測される。また透水性試験ではいずれの試料も十分遮水機能を維持していることが確認できた。以上より、同遮水シートのより長期間の耐久性について十分な品質を維持する可能性が示唆できた。

・鉛直荷重を受けたシート状吸着材のヒ素吸着性能評価

木下遥介・Yu ZHANG・加藤智大・Lincoln W. GATHUKA・高井敦史・勝見武(京都大)

自然由来重金属等を含む掘削土への新たな対策工の一つとして、シート状吸着材の適用が検討されている。本研究では、掘削土の仮置き山や盛土の下部に敷設することで周辺環境への拡散を防止し、陰イオン交換機能をもつヒドロタルサイト様化合物を塗布したシート状吸着材を対象とした。本研究では、我が国で代表的な自然由来重金属等の一つであるヒ素を用い、浸出水との接触時間に着目したバッチ試験と、掘削土の上載荷重を圧密試験機で再現したカラム試験を実施した。バッチ試験の結果より、特に接触開始から 1 h の間で、ヒ素吸着量は接触時間に依存して大きく変化することが判明した。カラム試験の結果より、上載荷重が吸着性能に与える影響は軽微であることが示されるとともに、破過曲線は階段状となる可能性が示唆された。

・重金属吸着能を有するジオテキスタイル材の不飽和浸透特性を考慮した吸着性能評価

魚見太志・村中隆之介・乾徹(大阪大)・緒方奨・板谷裕輝・中村丞吾

自然由来重金属等を含有する掘削物を保管、利用する際に、掘削物から溶出する重金属等の地下浸透を抑制する工法として、重金属吸着能を有するジオシンセティックス材を掘削物の下に敷設する工法が提案されている。本研究では、重金属吸着能を有する不織布の水分保持特性を実験的に評価し、一次元不飽和浸透流解析により一般的な適用条件下において浸透水が流下する時間（保持時間）の範囲を推定した。その結果、保持時間が短い場合には数分から数 10 分オーダーとなること、およびジオシンセティックス材の下部層の浸透特性が保持時間に大きな影響を及ぼすことが示された。さらに、想定される固液接触時間での吸着性能をバッチ吸着試験によって評価し、固液接触時間によってヒ素吸着量は大きな影響を受けることが明らかになった。

・分子動力学シミュレーションによる遮水シート内部の拡散係数と細孔依存性の評価

石森洋行(国環研)・石垣智基・山田正人

最終処分場の最深部に用いられる遮水シートには、漏洩に伴う周辺環境の汚染を防止するための、水に対する遮水性と化学物質に対する遮蔽性が求められる。化学物質に対する遮蔽性は、これまで疎水性の低分子有機化合物を対象に研究が進められており、疎水性の強い有機化合物であ

るほど遮水シートとの親和性が高まり透過速度を高めるといふ知見が得られてきた。一方で、疎水性が高くても分子サイズが大きな物質や親水性の高い水和性の物質では透過速度は低いものの確実な遮蔽ができていたとは言えず、数十年もの耐久性が求められる最終処分場の遮水シートでは、こうした物質に対する遮蔽可能な期間を定量的に算出するための理論構築が必要である。本論文では水中における分子の大きさを水和の影響を加味した見かけの分子サイズと定義し、それが遮水シートの細孔径との比に応じて遮水シート内部での拡散係数に与える影響を数値解析により推定した。