

令和5年度

国営事業地区等フィールド調査 学生支援事業

当協会では協会設立50周年事業として、優れた技術者の育成・確保の観点から、大学において担当教員の指導の下に国営事業地区等をフィールド調査し卒業論文等を作成する学生に対して、旅費、宿泊費等の諸経費を支援する事業を実施しています。今回、令和5年度事業の支援学生から研究成果の報告がありましたので紹介します。

1 酪農地域における傾斜地からの土壌流亡性評価に関する基礎的検討

帯広畜産大学 畜産学部 畜産科学課程 農業環境工学ユニット 小林 竜也

2 4つの林野・酪農小流域で継続した平水時河川水質の長期変動特性

帯広畜産大学 畜産学部 畜産科学課程 農業環境工学ユニット 藤原 知紀

3 補強材を施した遮水性機能を伴ったフィルダムの小型振動台模型実験

弘前大学大学院 農学生命科学研究科地域環境工学コース 修士1年 水利造構学研究室 高部 侑汰

4 補強材の敷設位置等を変化させた主動モードでのトラップドア模型実験

弘前大学大学院 農学生命科学研究科地域環境工学コース 修士1年 水利造構学研究室 西村 武

5 トンレサップ湖流域への分布型水循環モデルの適用と灌漑施設計画への応用

秋田県立大学 生物資源科学部 アグリビジネス学科 地域環境水文学研究室 工藤かあり

6 八郎湖流域における内水氾濫に適應可能な分布型水循環モデルへの改良

秋田県立大学 生物資源科学部 アグリビジネス学科 地域環境水文学研究室 渡部 雄太

7 塩那台地地区における水文・水環境に関する基礎的研究

宇都宮大学 農学部農業環境工学科水質環境工学研究室 田村 謙貴

8 筑後川下流地区における水利施設保全事業の現状調査

東京大学 農学部 生物・環境工学専修 農地環境工学研究室 梅田 晏

9 印旛沼循環灌漑地区における浸透流入を考慮した水収支と流出過程の分析

東京大学 農学部生物・環境工学専修水利環境工学研究室 岸本 龍人

10 ドローンを用いた水田温度環境および水稻生育測定の有用性

日本大学 生物資源科学部、生物環境工学科、地球環境・資源リモートセンシング研究室 生井澤 廉

11 損傷度の異なるコンクリートを対象としたダブルロジスティック解析によるひび割れ進展段階の同定

新潟大学 農学部農学科 施設機能工学研究室 向井 萌華

12 木津用水における都市化と水管理変化

岐阜大学 自然科学技術研究科生物生産環境科学専攻 環境生態科学領域施設環境工学研究室 大塚健太郎

13 三重県御浜町における低価格土壌水分センサーとLPWAを用いた水管理システムの構築

三重大学大学院 生物資源学研究科 共生環境学専攻 水資源工学研究室 加藤沙耶香

14 移流分散現象に及ぼす物理的・化学的不均質性の影響

神戸大学 農学部食料環境システム学科 施設環境学研究室 岡部 北斗

15 深層学習による石化岩の間隙率推定

神戸大学 農学部食料環境システム学科 施設環境学研究室 寺本 祐大

16 寒冷地におけるけい酸塩系表面含浸材の効果発現の評価

高知大学 農林海洋科学部 農林資源環境科学科 中村愛里紗

5～16の報告は次号（326号）以降に掲載します。

酪農地域における傾斜地からの 土壌流亡性評価に関する基礎的検討

帯広畜産大学 畜産学部 畜産科学課程 農業環境工学ユニット 小林 竜也
(就職先 国土交通省)
指導教員 宗岡 寿美 教授



1. はじめに

1960～1970年代に北海道東部釧路・根室管内で実施された大規模草地造成事業により、傾斜地からの土砂流亡や河川への塩養塩類を流出させ、下流域の水質環境負荷を増大させてきた。農業・漁業サイドでは、閉鎖性水域の水質環境改善に向けて長年にわたり議論を重ねる中で各種の調査研究(ひいては改善対策)が進展してきた。

このたび、北海道開発局釧路開発建設部では、釧路管内浜中町の農地再編整備を主とした国営事業を推進するため地域整備方向検討調査業務「浜中地域」を2022年度より推進している。今後、土砂流亡等の抑制に配慮した圃場整備・排水改良等を通して風蓮湖を含む下流域の生態系に調和した持続的・一次産業の展開を目指しており、そのためには地域における侵食流亡土量の許容範囲以下への抑制と定量把握が必要となる。

今回、侵食流亡土量の予測には、世界的に広く使用されているUSLE(Universal Soil Loss Equation、汎用土壌流亡量予測式)を用いた。USLEでは、以下の6つの因子を定量化した係数の積から予測する流亡土量を算出する。

$$A = R K L S C P$$

A ：流亡土量(t / ha)、 R ：降雨係数($m^2 \cdot tf / (ha \cdot h)$)、 K ：土壌係数($t \cdot h / (m^2 \cdot tf)$)、 L ：斜面長係数(以下、無次元)、 S ：傾斜係数、 C ：作物係数、 P ：保全係数(L と S をあわせて、 LS ：地形係数ともいう)

USLE傾斜試験枠を用いた流亡土量の定量評価に関する研究報告は北海道でもみられるが¹⁾、釧路・根室地域で農地からの流亡土量を定量評価した最近の事例は少ないように思われる。そこで、この研究では釧路管内浜中町の牧草地内にUSLE傾斜試験枠を設置し、流亡土量の測定、表層土の土質試験および降水量の連続測定を実施することで、酪農地域における傾斜地からの土壌流亡性評価に関する基礎的検討を加えた。

2. 調査・分析方法

釧路管内浜中町の草地圃場内に設置したUSLE傾斜試験枠(裸地3枠：①②③、草地1枠：④)で流亡土量を定量評価した。裸地枠①②③ではレーキで適宜整地し、2023年裸地枠③のみスコップを用いて10cm以上の深さで月1回程度耕起した。裸地枠内(中央部)の表層から採取した攪乱土の土質試験等を実施した結果、シルト(高液性限界、MH)に分類された。つぎに、0～10cmおよび10～20cmの深さで採取した不攪乱土の透水試験・保水性試験(pF試験)等を実施した。加えて、傾斜試験枠の近傍に転倒マス式雨量計を設置し10分間隔で降水量を連続測定した。調査期間は2022年6月～10月および2023年5月～10月の2か年である。

3. 結果および考察

調査2か年の侵食性の一連降雨(危険降雨、降雨量12.7mm以上および最大10分間雨量4.5mm以上)の回数、期間降水量、降雨係数 R は、2022年で11回、493.5mm、 $R=145.8m^2 \cdot tf / (ha \cdot h)$ 、2023年では17回、360.5mm、 $R=82.8m^2 \cdot tf / (ha \cdot h)$ であり、危険降雨の回数は2023年で多く、降雨係数 R は2022年で大きかった。

2022年の裸地3枠①②③からの流亡土量 A はばらついていた(図1)。次に、同条件で整地された裸地枠①②の流亡土量 A を経年比較すると、2022年で2倍以上多く流亡しており、降雨係数 R の大きさが流亡土量 A に大きく影響していた。2023年に整地条件の異なる裸地3枠

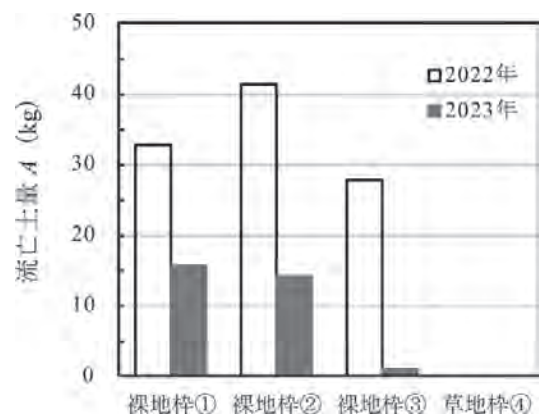


図1 傾斜試験枠からの流亡土量A

(①②：整地のみ、③：耕起作業)からの流亡土量を比較すると、耕起作業を繰り返した裸地枠③の流亡土量Aは0.934kgとなり、整地のみ裸地枠①②(14.3~15.6kg)と比較して15分の1以下に抑制されていた。なお、牧草が生育する草地枠④(年2回の草刈り作業)では2か年ともに土砂流亡が確認されなかった。このことは、植生の有無、降雨係数Rの大きさのみならず、裸地圃場では耕起作業の有無が土壌の流亡性(ひいては土壌係数Kの算出)に影響を及ぼすことを示唆している。

ここで、深さ10~20cmの

全試料および裸地枠①②の表層土(深さ0~10cm)の6パターンでは傾斜試験枠内の透水性が劣悪(透水係数 10^{-6} オーダー)であった(表1)。2021年以前の試験枠内は草地であり、農作業機械の走行による圃場への経年的な転圧が一因であろう。一方、裸地枠③・草地枠④の2パターン(深さ0~10cm)では透水性が比較的良好(透水係数 10^{-4} オーダー)であった。草地枠④では根群域の存在が表土の通水性を保ち、裸地枠③では耕起作業が表層土を膨軟にして通水性を改善したと考えられる。こうした試験枠内の土の透水性の違いが主にpF1.0~pF2.0間での土壌の保水性(水分特性曲線の挙動)にも影響を及ぼしていた(図2(a)(b))。

2024年度以降も地域整備方向検討調査業務「浜中地域」の中でUSLE傾斜試験枠の流亡土量や近傍での降雨量の測定を継続する予定である。今後、土壌係数Kの算出根拠として、より大きな降雨に見舞われた際の耕起作業の有無が土砂流亡に及ぼす影響を含めた経年評価が求められる。

謝辞

この研究は、(一社)土地改良建設協会より「令和5年度国営事業地区等フィールド調査学生支援事業」の助成を受けて進めた。また、この研究の実施にあたり、北海道開発局釧路開発建設部には「はまなか地区」「阿寒地区」の概要を説明いただき、USLE傾斜試験枠の圃場管理から流亡土砂量・降雨量の測定などにご協力いただいた。以上の各位に深謝の意を表す。なお、この研究成果の一部を第67回(2023年度)北海道開発技術研究発表会で口頭発表²⁾したことを付記する。

引用文献

- 1) たとえば、長澤徹明・梅田安治・大西峰隆(1995): 侵食流亡土量の推定に関する土壌と作物栽培の影響—北海道における土壌侵食抑制に関する研究(Ⅳ)一、農業土木学会論文集176、pp.169~175
- 2) 小林竜也・酒井二央・北條洋史(2024): 酪農地域における傾斜地からの土壌流亡性評価に関する基礎的検討—地域整備方向検討調査業務における調査研究事例一、第67回(2023年度)北海道開発技術研究発表会論文、食-1(農)、<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/slo5pa000001a6ex-att/slo5pa000001aal7.pdf>

表1 傾斜試験枠・作土層の透水係数(2023年)

深さ (cm)	透水係数 (cm/s)			
	裸地枠①	裸地枠②	裸地枠③	草地枠④
0 ~ 10	6.7×10^{-6}	1.6×10^{-6}	6.0×10^{-4}	9.4×10^{-4}
10 ~ 20	6.8×10^{-6}	2.1×10^{-6}	7.1×10^{-6}	1.1×10^{-6}

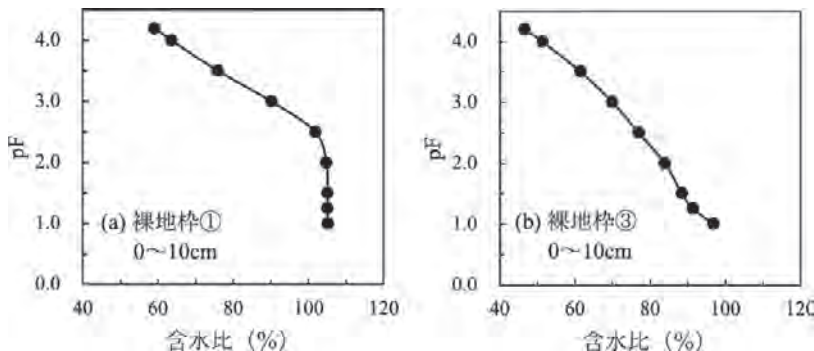


図2 傾斜試験枠・作土層の水分特性曲線(2023年)

4つの林野・酪農小流域で継続した 平水時河川水質の長期変動特性

帯広畜産大学 畜産学部 畜産科学課程 農業環境工学ユニット 藤原 知紀

(就職先 北海道庁)

指導教員 宗岡 寿美 教授



1. はじめに

北海道東部(とくに釧路・根室管内)では1960~1970年代にかけて大規模な草地造成事業が展開され、草地面積・飼養頭数が急増しはじめた。このため、下流域の閉鎖性水域で水質が汚濁するなど漁業に負の影響をもたらすに至った。1990年代前半以降、多くの研究者が釧路・根室管内の農林地流域で河川水質環境の調査研究を開始した。長澤ら¹⁾は、1993年に釧路管内浜中町・厚岸町の林野・酪農小流域で河川・河畔を含めた土地利用と河川水質との関係を調査し、飼養牛頭数の増大が河川水質上昇の主な原因となっていることを確認した。山崎ら²⁾は、国営環境保全型かんがい排水事業「はまなか地区」を通じて浜中町内の各酪農家に肥培灌漑施設が新設された結果、酪農小流域の平水時河川水中の全窒素濃度が減少したことを明らかにした。さらに、宗岡ら³⁾の追加調査では飼養牛頭数増加に伴う全窒素濃度の上昇もみられるなど、継続的モニタリングの必要性が示唆されていた。

本研究では、4つの林野・酪農小流域で河川水質調査を断続的に30年間継続し、平水時河川水質の長期特性を評価するとともに、肥培灌漑施設新設以後における飼養牛頭数の急増と平水時河川水質との関係を検討した。

2. 調査・分析方法

北海道釧路管内浜中町・厚岸町の林野・酪農4流域を対象として、1993~2023年の間(調査年)に月1回程度(5~11月、平水時)の河川水の採水・水質分析および流量観測を実施した。分析項目は、水素イオン濃度指数(pH)、生物化学的酸素要求量(BOD)および浮遊物質(SS)の有機物等に加えて、全窒素(T-N)および全リン(T-P)などの栄養塩類である。また、流域の

土地利用および乳用牛飼養頭数などを調査した。その結果、4流域の流域面積・草地率に長期的な大きな変化はみられなかった(表1)。一方、乳用牛飼養頭数の増減パターンは酪農3流域でそれぞれ異なっていた(表2)。

表1 調査流域諸元(4流域、2006・2016年)(国土数値情報・土地利用細分メッシュより算出)

	流域面積 (km ²)	土地利用 (%)		備考 土地利用・河川形態
		草地	林野ほか	
流域1	15.1	17	83	林野・自然河川
流域2	8.7	73~74	27~28	酪農・準自然河川
流域3	10.4	79	21	酪農・改修河川
流域4	13.5	70~71	29~30	酪農・改修河川

表2 農家戸数・飼養乳牛頭数(酪農3流域、1993~2023年)

	1993年	1996年	2000年	2006年	2007年	2008年	2013年	2019年	2023年
[流域2]									
農家戸数(戸)	10	9	6	6	6	6	6	5	5
乳用牛飼養頭数(頭)	754	629	730	534	531	536	605	599	576
飼養頭数密度(頭/km ²)	117	98	113	83	82	83	94	93	89
[流域3]									
農家戸数(戸)	9	9	9	9	9	9	9	7	7
乳用牛飼養頭数(頭)	984	1,046	995	863	830	903	1,022	1,350	2,057
飼養頭数密度(頭/km ²)	120	127	121	105	101	110	124	164	250
[流域4]									
農家戸数(戸)	22	20	20	18	18	18	16	15	14
乳用牛飼養頭数(頭)	2,037	2,086	2,185	1,975	1,954	1,937	2,001	2,132	2,089
飼養頭数密度(頭/km ²)	216	221	231	209	207	205	212	226	221
※ 流域3内・A農家									
乳用牛飼養頭数(頭)	125	110	120	126	130	125	295	650	1,352

3. 結果および考察

有機物等3項目(年平均値)を「環境基準生活項目(河川)」と比較すると、調査4流域における平水時河川水中の有機物等は調査30年間で環境基準値内(6.5 ≤ pH ≤ 8.5、BOD 3mg/L以下、SS 25mg/L以下)にあった。また、栄養塩類の環境基準について「環境基準生活項目(湖沼その2)」V類型(T-P 0.1mg/L以下、T-N 1.0mg/L以下)を河川の環境基準(しきい値)と見立てて比較すると、流域1(林野)のT-P濃度(年平均値)は0.1mg/L以下、T-N濃度(年平均値)は0.4mg/L以下であり、林野主体の流域1であれば平水時河川水中の栄養塩類は調査30年間で環境基準値内にあった(図1(a)(b))。

流域2～流域4(酪農)におけるT-P濃度(年平均値)は2006年以降で環境基準に近似(一部超過)していたが、2023年には若干減少していた(図1(b))。また、流域2のT-N濃度(年平均値)は2000年以降1.0mg/L以下であった(図1(a))。

流域4は飼養牛頭数密度が205～231頭/km²とつねに高いためT-N濃度(年平均値)は1.0mg/L以上であったが、肥培灌漑施設新設後の2008年以降は低下傾向を示していた(図1(a))。

ここで注目されるのは、肥培灌漑施設新設後における流域3の飼養牛頭数の急増傾向である。2008年は903頭であったが、新設後の2013年には1,022頭、その後も2019年に1,350頭、2023年には2,057頭に急増しており、これは流域内の1農家(以降、A農家)の営農規模拡大に起因していた(表2)。にもかかわらず、国営事業完了後(2013年以降)もT-N濃度(年平均値)は引き続き1.0mg/L程度を維持していた(図1(a))。

流域3内・A農家では、2004年に肥培灌漑施設が1基新設された後に法人化(さらに代表者が交代)されて2010年代に経営規模を拡大してきた。このとき、2008年に新設された周辺2農家(流域3内B農家、流域3外C農家)の肥培灌漑施設について、両農家が廃業後(2021年までの間)にA農家が取得して3基施設体制で急増した飼養牛のふん尿を貯留・処理・還元する形態をとっている。

2023年時点において、流域3における平水時河川水中のT-N濃度・T-P濃度(ともに年平均値)は2019年の前回調査時よりも若干減少していた。また、有機物3項目(年平均値)も30年前と同様に環境基準値内にあった。ただし、A農家で発生した家畜排せつ物の一部(あるいは大部分)を流域外C農家の肥培灌漑施設に搬出しているため、地域全体としての水質環境改善が示されたとは限らない。今後、流域3内・A農家の飼養牛頭数の急増が他流域の河川水質に及ぼす影響を含めたより広域的・長期的視点でのモニタリングが必要となる。

謝辞

この研究は、(一社)土地改良建設協会より「令和5年度国営事業地区等フィールド調査学生支援事業」の助成を受けて進めた。また、この研究の実施にあたり、北海道開発局釧路開発建設部には「はまなか地区」の概要を説明いただき、浜中町役場には農家戸数・乳用牛飼養頭数の調査にご協力いただいた。関係諸機関各位に心より深謝の意を表す。

引用文献

- 1) 長澤徹明・井上京・梅田安治・宗岡寿美(1995): 北海道東部の大規模酪農流域における河川の水質環境、水文・水資源学会誌、8(3)、pp.267～274
- 2) 山崎由理・宗岡寿美・木村賢人・辻 修(2018): 肥培灌漑施設の新設と河川水中の全窒素濃度の改善効果、農業農村工学会誌、86(8)、pp.33～36
- 3) 宗岡寿美・永野雄大・山崎由理・木村賢人・辻 修(2020): 肥培灌漑施設の新設後における事後評価としての酪農流域河川の水質改善効果の検証—国営環境保全型かんがい排水事業「はまなか地区」における調査研究事例—、第69回農業農村工学会北海道支部研究発表会講演集、pp.58～61

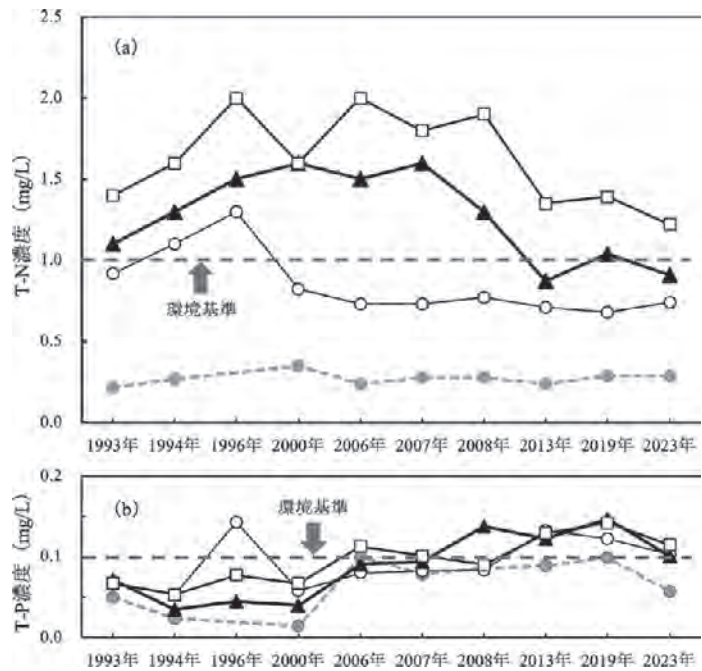


図1 T-N・T-P濃度の経年推移(年平均値、1993～2023年)

補強材を施した遮水性機能を伴ったフィルダムの 小型振動台模型実験

弘前大学大学院 農学生命科学研究科地域環境工学コース 修士1年 水利造構学研究室 高部 侑汰
指導教員 森 洋 教授



1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震により、岩手県、宮城県、福島県に存在するため池約12,500箇所の内、約1,800箇所が被災し縦横断亀裂や斜面部のはらみ等が報告されている¹⁾。Fig.1は、土地改良事業設計指針「ため池整備」²⁾で示されているため池堤体における主要な耐震対策工であるが、堤体内にコア部(遮水性機能)を伴ったゾーン型や表面に遮水シートを敷設した表面遮水型等、複雑な盛土地盤構成を成している場合もあるため遮水性機能を伴った土構造物の耐震性の解明が急がれている。特に、補強土工法は用地の制約を受けずに既存の堤体内で耐震性を向上させることが可能な工法であるが、設計上の留意点から湛水時に補強材に沿って水みちが発生しないことが要求されるため、実際の施工ではため池堤体の下流側斜面のみに補強材が敷設されると考えられる(Fig.2)。しかし、補強材を片側斜面のみに敷設した場合での耐震性効果は不明である。

本研究では遮水性機能を伴った各種フィルダムの下流側斜面に対して補強材を敷設し、小型振動台模型実験による耐震性評価を検討する。

2. 実験方法

Fig.3は、小型振動台模型実験装置を示しており、アクリル土槽内に天端幅5cm、堤高9cm、奥行き13.1cmのフィルダム模型を作成することができる³⁾。

Fig.4は、フィルダム模型での実験ケースを示す。Case0は均質型、Case1は片側での補強土型、Case2は補強材を施した中心遮水ゾーン型、Case3は補強材を施した傾斜遮水ゾーン型、Case4は補強材を施した表面遮水型、Case5は補強材を施した中心遮水壁型を想定して実験を行った。なお、右斜面に敷設した補強材には、硬質塩化ビニルシートを用いている。また、堤体部(豊浦砂+水)の材料強度は $c = 4\text{kN/m}^2$ 、 $\phi = 42^\circ$ で、コア部(カオリン粘土+豊浦砂+水)では $c = 125\text{kN/m}^2$ 、 $\phi = 5^\circ$ となっている。

3. 実験結果

Fig.5は、入力加速度波形例(約4.5Hz/sin波/最大加速度:約1,400Gal)と各ケースでの天端部の応答加速度波形例を示す。どのケースでも天端部の応答加速度増分が見られるが、Case0、Case1、Case4では20秒付近で天端部変状による加速度計のドリフトが確認される。また、応答加速度の増分倍率はCase2とCase5で大きく、堤体内部にある

Method	Figure
Counter-weight fill	
Improvement ground	
Reinforcement	
Drain	
Reconstruction	

Fig.1 Earthquake resistance method

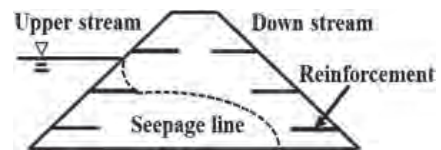


Fig.2 Reinforcement

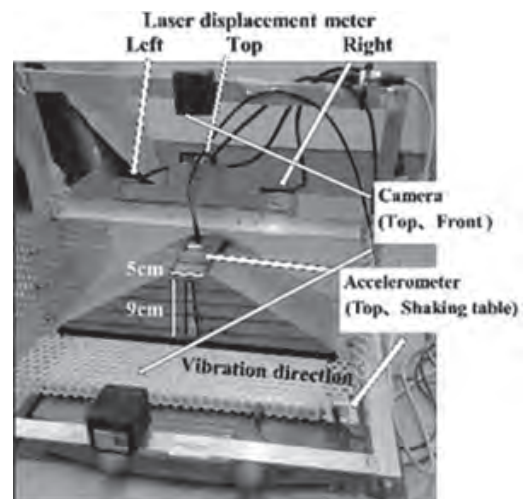


Fig.3 Small shaking table apparatus

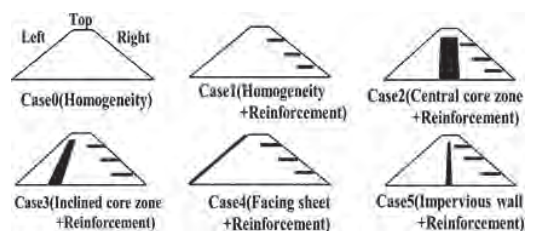


Fig.4 Test case

遮水構造物の固有周波数が堤体部と異なるためと考えられる。

Fig.6は、各ケースの天端部での鉛直変位挙動を示す。経過時間10秒付近で沈下が見られるが特にCase2とCase5では沈下が抑制される傾向にある。また、Case1はCase0と比較して、純粋な補強土効果を示しているが、補強材を施した表面遮水型(Case4)の方が、より沈下の抑止効果を発揮することが分かる。左・右斜面部については、多くのケースでは隆起する傾向にあったが、Case3の左斜面部のみ沈下する。これは傾斜コア部が中心から少し左側にズレて設置しているため、左斜面部の堤体部が傾斜コア部に沿って滑り落ちたためと考えられる。

Fig.7は、各ケースのせん断帯の発生状況を示す。Case0では、両斜面部からせん断帯が発生するが、補強材のあるCase1～5は、左斜面部でせん断帯が発生し、右斜面部ではせん断帯の発生を補強材によって抑止する傾向にある。Case2とCase3では天端から発生したせん断帯が、進行的にコア部に沿って発達しており、Case5でも同様に中心遮水壁に沿ったせん断帯が確認できる。Case3の左斜面部ではせん断帯がコア部に到達後、左斜面側堤体部がコア部に沿って滑り落ちることが確認された。

4. まとめ

各種フィルダムの片側斜面に補強材を敷設した場合、堤体内部に人工構造物を有さない均質型や表面遮水型でも天端部の沈下をある程度抑制できる傾向にあった。また、補強材を敷設した斜面部でも、せん断帯の発生を抑える傾向にあることが分かった。

謝辞

本研究を実施するにあたり、ダム建設の現地調査を通じてフィルダムについての知見を得ることができた。ご支援していただいた一般社団法人土地改良建設協会および、東北農政局、ご協力いただいた関係各所の担当者の皆様に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 農林水産省 食料・農業・農村政策審議会(2012): 農業農村振興整備部会、平成24年度第2回技術小委員会配布資料(資料4土地改良事業設計指針「ため池整備」の改定の考え方について)。
- 2) 農林水産省 農村振興局(2015): 土地改良事業設計指針「ため池整備」。
- 3) 森洋・高部侑汰(2023): 遮水性機能を伴ったフィルダムの小型振動台模型実験、第72回農業農村工学会大会講演会講演要集、pp.329-330。

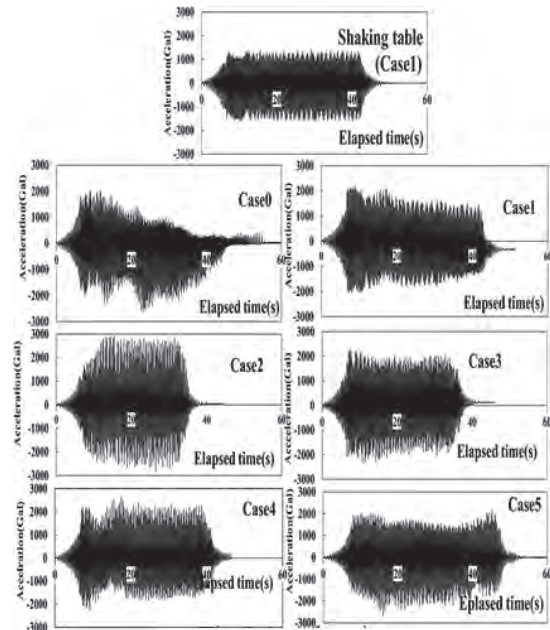


Fig.5 Acceleration

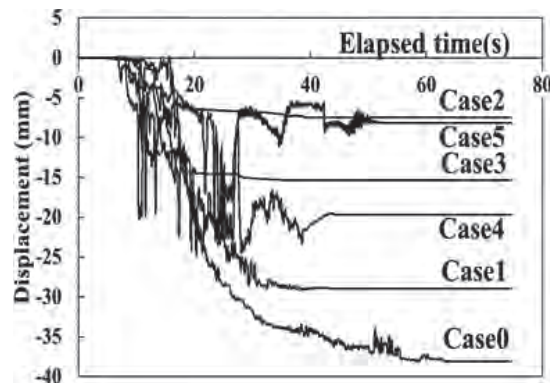


Fig.6 Vertical displacement of top

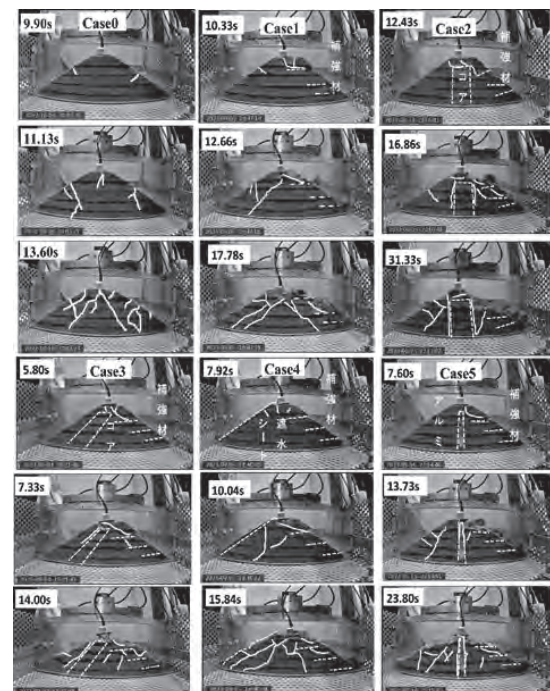


Fig.7 Shear band distribution

補強材の敷設位置等を変化させた主動モードでのトラップドア模型実験

弘前大学大学院 農学生命科学研究科地域環境工学コース 修士1年 水利造構学研究室 西村 武
指導教員 森 洋 教授



1. はじめに

道路直下にある埋設管等の変状により地盤内にゆるみ領域を発生させ、これが地表付近まで発達すると、陥没事故等が起こってしまう可能性がある(図1)。ゆるみ領域の発達を防ぐための対策として補強土工法が考えられるが、補強材と地盤の相互作用に関する研究内容は少ない¹⁾²⁾。

本研究では、地中内構造物の変状が地盤に及ぼす影響について、補強材の曲げ剛性や敷設位置を変化させた主動モードでのトラップドア模型実験より検討する。



図1 盛岡市南部地区の埋設管改修工事

2. 実験方法

図2は、トラップドア模型実験装置を示し、地中内構造物を想定したドア部の上下移動により砂地盤にゆるみ領域を発生させると共に、土圧計によるドア部上面に作用する鉛直土圧や地盤の側面に設置された硬質ガラス板を透してのせん断帯の発達状況を観察することができる³⁾。地盤材料には豊浦砂を使用し、空中落下法より高さ20cm、奥行き20cm、乾燥単位体積重量で約1.6gf/cm³(相対密度Dr=91%)の地盤を作成する。また、せん断帯の発達状況を確認するため、高さ1cm間隔で黒砂をまいている。

図3は、4ケースでの補強材条件を示す。Case1とCase2ではドア部より3cmの位置に障子紙とアルミ板を、Case3とCase4ではアルミ板をドア部より5cmと7cmの位置にそれぞれ補強材として地盤内に敷設する。

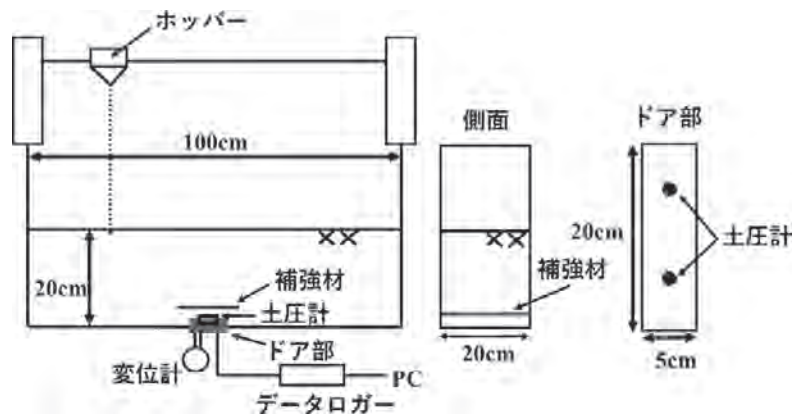


図2 トラップドア模型実験装置

3. 曲げ剛性試験結果

図4は、片持ち梁による自由端のひずみ量から算出した各補強材の曲げ剛性EIを示しており、障子紙と比較してアルミ板のEIは約80万程高くなる。

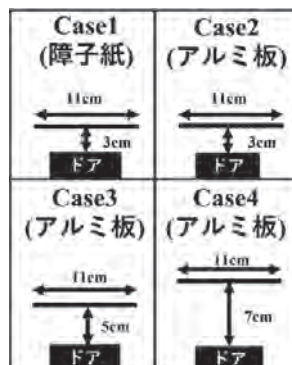


図3 補強材条件

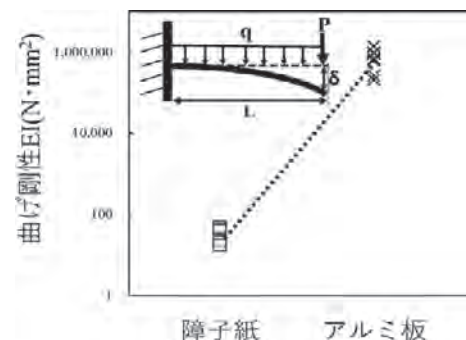


図4 補強材の曲げ剛性

4. 実験結果

図5は、ドア部を下移動させた時の主働モードでの鉛直土圧とせん断帯の発達高さを示す。鉛直土圧の最小ピーク値は補強材なし、Case1、Case4、Case3、Case2の順に増加している。また、補強材なしとCase1ではせん断帯高さが増加し続けているが、Case2～4ではせん断帯高さは抑制され、所定の残留値に移行する傾向にある。

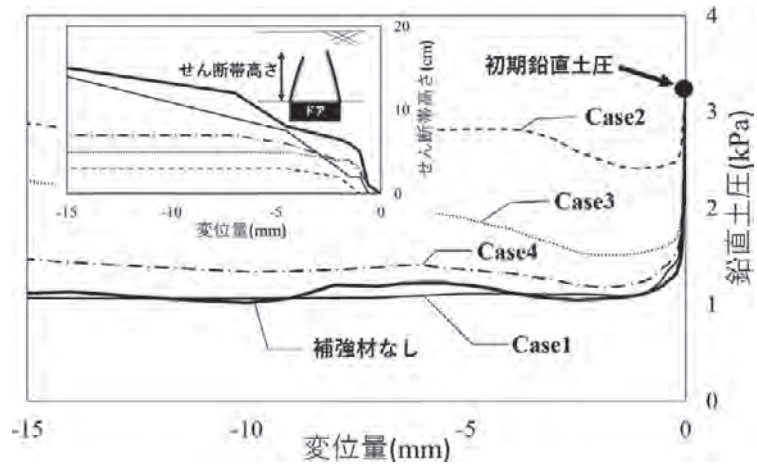


図5 主働モードでの鉛直土圧とせん断帯高さ

図6は、ドア部の変位量に伴う主働モードでのせん断帯の発達状況を示す。補強材なしと比較して、補強材あり(Case1～4)では、せん断帯の発達が抑えられている。また、Case1では変位量-4.5mm以降で補強材によってドア部から発達してきたせん断帯が途切れ、その後、敷設した補強材の上から新たなせん断帯が下のせん断帯の外側から発達しているが、Case2～4では新たなせん断帯は確認できなかった。これは、Case1での補強材(障子紙)の曲げ剛性EIが低いため、補強材が変位量-4.5mm以降で補強材の下に発生した空洞に沈み込むように変状するが、Case2～4では補強材(アルミ板)の曲げ剛性EIが高いため、補強材の下に空洞が発生しても大きく変状しなかったためであると考えられる。

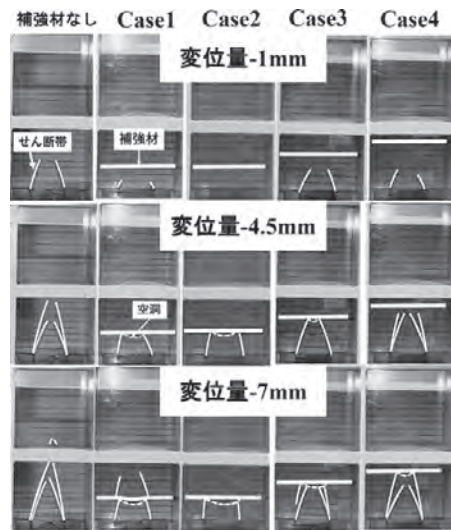


図6 主働モードでのせん断帯の発達状況

また、図5で示した最小ピーク値がCase4、Case3、Case2の順に増加する理由の一つは、補強材(アルミ板)上部での地盤内でせん断帯が発生しないため、ゆるみ領域が形成されず、補強材上部にある地盤の上載荷重が、直接、補強材(アルミ板)に作用するためだと考える(図7を参照)。そのため、補強材がドア部から離れるに従って、補強材下に現れる複雑なせん断帯領域の影響によって乾燥単位体積重量と地盤高さから求めた上載荷重値ほど大きくドア部上面に鉛直土圧(実験値)が作用しなく、その両者の差異はCase2、Case3、Case4の順に大きくなる。

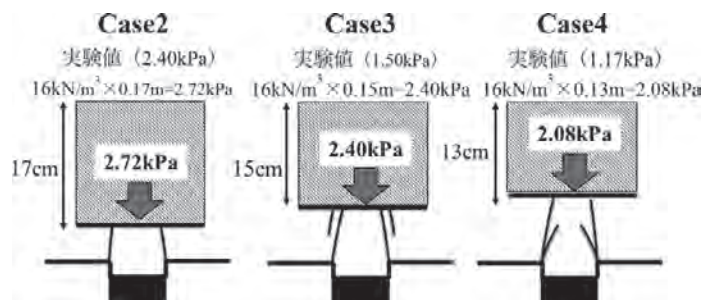


図7 補強材に作用する上載荷重値

5. まとめ

主働モードでのトラップドア模型実験では、曲げ剛性EIの低い補強材では補強材上に新たなせん断帯が発生したが、曲げ剛性EIの高い補強材では補強材上に新たなせん断帯は発生しなく、敷設位置がドア部に近いほどせん断帯の抑制効果が大きくなった。また、曲げ剛性EIが高い補強材がドア部に近いほど鉛直土圧は増加する傾向にあり、これらは補強材下に現れるせん断帯領域の形成状況に大きく影響していると考えられる。

謝辞

本調査を実施するにあたり、ご支援していただいた一般社団法人土地改良建設協会および、東北農政局、ご協力いただいた各団体の担当者の皆様に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 池上正宏、他(1986): 補強土工法、土質工学会.
- 2) 柳尾考之、他(1997): 第12回ジオシンセティックスシンポジウム発表論文集、地盤工学会、pp.25-34.
- 3) 小野喜也(2022): 補強材を想定したトラップドア模型実験、2022年弘前大学卒業論文.



令和6年度国営事業地区等 フィールド調査学生支援事業

フィールド調査を実施して卒業論文等を作成する学生を支援します

(一社) 土地改良建設協会においては、農林水産省及び(公社) 農業農村工学会等の協力を得て、学生が参画した国営事業地区等を対象とした学術研究を奨励するため、農業農村工学系の学科、講座の担当教員の指導を得て、学生が国営事業地区等のフィールド調査を行う場合に、旅費等の必要な諸経費を支援しています。

また、円滑なフィールド調査が実施できるよう現地の案内、必要となる資料の提供等の協力を農林水産省及び地方農政局等(北海道開発局、沖縄総合事務局を含む)に対して協会から要請しています。

- ✓ 交通費、宿泊費に加えて物品や消耗品も支援対象
- ✓ 初めに学生一人に10万円を支給し、余った分を返金
- ✓ 卒業論文等の内容は、学会誌等で発表し、会誌「土地改良」にも掲載

1大学あたり
最大20万円まで
土地改良建設協会が支援

応募方法

土地改良建設協会及び農業農村工学会のHPに掲載した応募様式に基づき、指導担当教員を通じて申し込んでください。

第1次応募

2024年4月15日(月)から
5月24日(金)まで

第2次応募

2024年4月15日(月)から
7月26日(金)まで

両応募期間を通じて全体で20名の学生を支援対象とします。

土地改良建設協会HP：
dokaikyo.or.jp/(お知らせ)

農業農村工学会HP：
www.jsidre.or.jp/(公募・イベント情報)