

令和5年度 研究又は活動の助成実績

整理 番号	団体名 テーマ	頁
R5-1	独立行政法人 国立高等専門学校機構 八戸工業高等専門学校 C-S-H系早強剤により初期強度を改善したLPC-FA系コンクリートの 複合劣化抵抗性に関する研究 ＜継続＞	1
R5-2	独立行政法人 国立高等専門学校機構 八戸工業高等専門学校 青森県地域における田んぼダム貯留機能効果のポテンシャル評価 ＜新規＞	4
R5-3	学校法人 八戸工業大学 寒冷地橋梁の劣化損傷実態調査と修繕対策の検討 ＜新規＞	5
R5-4	学校法人 八戸工業大学 青森県産材のおがくずを利用した高強度な即時脱型コンクリートの開発 ＜新規＞	7
R5-5	国立大学法人 弘前大学 フィルダムの小型振動台模型実験に関わる研究 ＜新規＞	8

研究又は活動のテーマ	C-S-H系早強剤により初期強度を改善したLPC-FA系コンクリートの複合劣化抵抗性に関する研究
団体名	八戸工業高等専門学校
代表者	産業システム工学科 環境都市・建築デザインコース コース長 南 将人
<p>(目的)</p> <p>本研究の目的は、青森県の橋梁アセットマネジメントなどの社会基盤整備計画に資する高耐久コンクリートについて、その実用性を高めるための対策（初期強度の改善と自己充填性の確保）の開発と、その高度化された高耐久コンクリート（青森県の環境に適したサステナブルコンクリート）の性能を評価することである。さらに本研究は、産業副産物の有効利用や技能労働者の不足などに対する課題解決も含めて、総合的に優れた建設材料開発の取り組み方についての、良好な事例となることをも目的とするものである。</p> <hr/> <p>(概要)</p> <p>本研究では、青森県の環境に適したサステナブルコンクリートの開発で得られた成果をもとに、より実用性を高めるための改善策を研究する。</p> <p>これまでの研究では、放射性廃棄物処分場の人工バリア材料として検討が進められている高性能材料の設計手法を参考にして、青森県をはじめとする寒冷地の橋梁などで問題となっている凍害と塩害の複合劣化に対して、きわめて抵抗性が高いサステナブルコンクリートを開発することができた。また、少子高齢化の影響による技能労働者の不足に対して、それを補う自己充填性を付与させる可能性も確かめられた。</p> <p>しかし、低熱ポルトランドセメントにフライアッシュを混合している配合であることから、初期の強度発現が遅いことが課題となった。また、実験室レベルでは自己充填性が確認できたものの、実際の施工に対してポンパビリティを確認する必要性もある。</p> <p>そこで本研究では、高性能 AE 減水剤と硬化促進剤を混合し初期材齢の強度の改善を行ない、積雪寒冷地における凍結防止剤の使用による塩害の複合劣化に着目し、凍害に対する評価として凍結融解試験、塩化物イオンの実効拡散係数を取得するための電気泳動試験などを実施する。</p> <p>(今年度成果)</p> <p>【実施概要】</p> <p>3年目となる2023年度は、昨年度の作製した1年材齢の供試体（水中養生、暴露供試体）について、凍結融解試験、電気泳動試験および圧縮強度試験を実施した。また、公共施設への実装できる製品として、プレキャストコンクリート床版を作製し、施工性を確認した。</p> <p>(1) 凍結融解試験</p> <p>凍害に対する抵抗性の評価としては、凍結融解(スケーリング)試験を行った。暴露養生の1年材齢を対象に試験はRILEM-CDF法に準拠して行った。凍結融解サイクルは、-20°Cで3時間凍結させ1時間融解の4時間1サイクルとして300サイクルまで測定した。</p> <p>(2) 電気泳動試験</p> <p>塩害に対する抵抗性では、塩化物イオン侵入の代替指標として用いられる実効拡散係数を電気泳動試験によって測定することで評価する。暴露養生の1年材齢を対象に試験は土木学会規準「電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数試験方法</p>	

(案) (JSCE-G571-2013)」に準拠して行った。

(3) 圧縮強度試験

圧縮強度試験はコンクリートの圧縮強度試験方法(JIS A 1107)に準拠して行った。暴露養生は300mm×300mm×150mm のブロック供試体をコアリングして試験を行った。水中養生と暴露養生の材齢1年の強度を、28日強度と比較した。

(4) プレキャストコンクリート床版作製

実際に利用が予定されている用水路に架設するプレキャストコンクリート床版を作製し、フレッシュ性状と製作性を確認した。示方配合を表1に示す。OPC、LPCの共通条件として水結合材比(W/B)30%、細骨材率(s/a)55%、高性能AE減水剤(SP)の添加量をセメント単位重量の3%とした。LPCでは、セメント単位重量に対する置換率としてフライアッシュ(FA)は30%、石灰石微粉末は40%とし、硬化促進剤(AC)の添加量をセメント単位重量の3%とした。

表1 示方配合

種類	単位量(kg/m ³)							
	W	C	FA	LS	S	G	SP	AC
LPC-SP-AC	120	325	139	186	920	753	10	10
OPC	142	357	-	-	1010	827	11	-

【試験結果および考察】

(1) 凍結融解試験

凍結融解試験の試験結果を図1に示す。どのサイクル時においてもOPCに比べてLPCのスケーリング量が少ないことが分かる。また、210サイクルあたりからOPCのスケーリング量が急激に増加しているのに対して、LPCは一定のスケーリング量に抑えることができている。

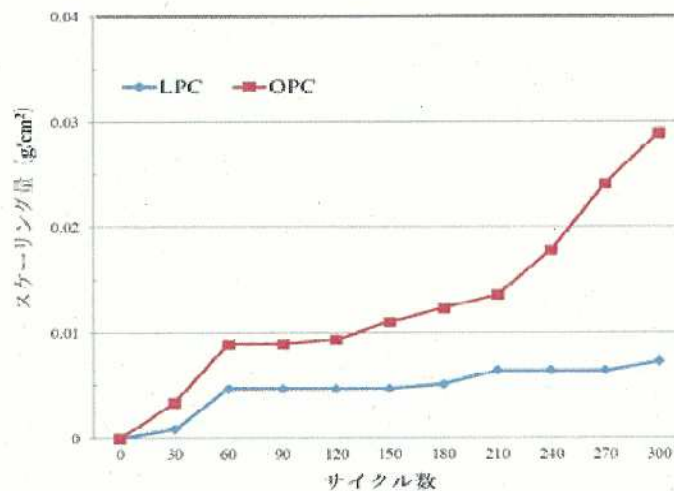


図1 365日暴露養生の凍結融解試験結果

(2) 電気泳動試験

電気泳動試験の試験結果を図2に示す。OPCに比べてLPCの実効拡散係数は極めて小さいことが分かる。またOPCとLPCともに養生期間を延ばすことでより抵抗性が高くなることが分かる。28日と365日を比較すると、数値が約3分の1になっている。養生期間を確保することで水和反応やフライアッシュのポゾラン反応が十分に進み、コンクリート内部がより緻密になることで塩化物イオンの侵入を防ぐことができたと考えられる。

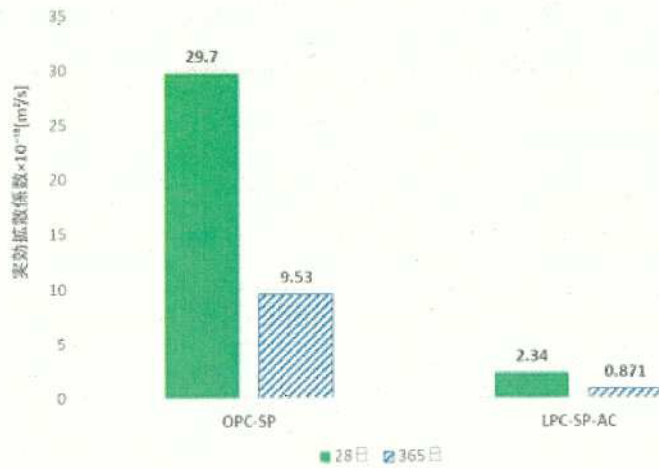


図 2 365 日暴露養生の電気泳動試験結果

(3) 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図 3 に示す。水中養生、暴露養生ともに養生期間を長くすると強度が上がる傾向が確認できる。長期強度の数値に大きく影響するフライアッシュのポゾラン反応が LPC では進んでいることが確認できる。28 日と 365 日を比較すると LPC は約 1.5 倍の強度増加が見られる。水中養生では 125N/mm²、暴露養生では 91.9N/mm² と OPC に比べて非常に高い強度が発現している。

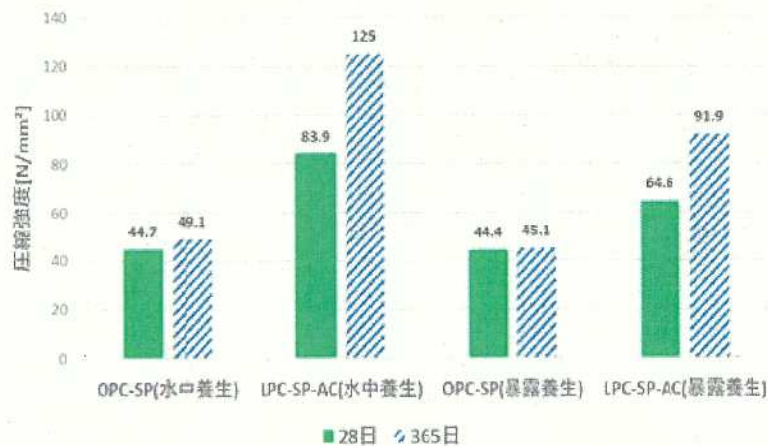


図 3 圧縮強度試験結果

(4) プレキャストコンクリート床版作製

二軸強制練りミキサーによりミキシングを行い、型枠を用いて作製を行った。鉄筋間に自然に流れていったことから十分な自己充填性があると評価できる。また、バイブレーターにより振動を与えた際、材料分離が無かったことから材料分離抵抗性が高いとも考えられる。

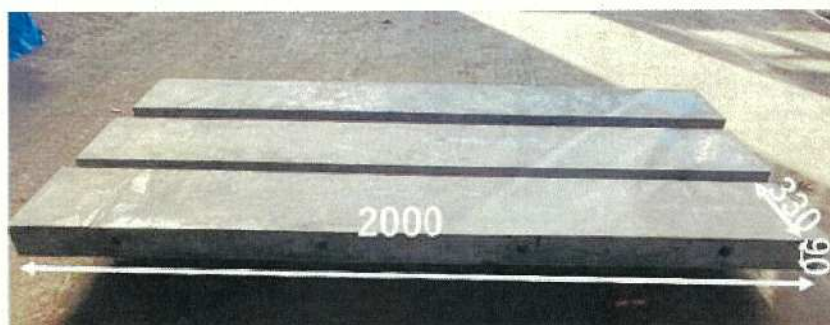


図 4 床版の寸法及び外観

研究又は活動のテーマ	青森県地域における田んぼダム貯留機能効果のポテンシャル評価
団体名	八戸工業高等専門学校
代表者	環境都市・建築デザインコース コース長 南 将人

(目的)

近年、毎年既往最大の降水が全国各地で記録され、青森県でも甚大な水害が法臆されている。一方、我が国は人口減少、インフラの維持管理費の増大などの問題を抱えており、治水事業にかかる予算が限られる状況にある。そこで、流域に存在するインフラストックを最大限活用しあらゆる関係者が協働して取り組む流域治水の実現が必要とされている。この実現に向けて、「田んぼダム」による貯留機能の活用が重要な対策の一つとされている。

本研究では、青森県を対象として田んぼダムの実施状況を調査し、各流域の土地利用状況や地形特性から田んぼダム貯留機能効果のポテンシャルを評価する。また、流出解析モデルを応用して田んぼダム事業の経済性を定量的に評価するための評価手法について検討する。

(概要)

(1) 田んぼダムの流出抑制効果

田んぼダムは水尻に流出調整板を設置し、水田内に雨水を一時的に貯留することにより、ピーク流出を抑制することができる。標準的な田んぼ(面積 30a, 畔高 30cm, 初期水位 3cm)を仮定し、田んぼダムによる流出抑制効果を算定した。降雨イベントは青森市の日最大 24 時間降水量(2007 年)を対象として、田んぼダム実施の有無による水田からの流出量を比較した結果を図 1 に示す。

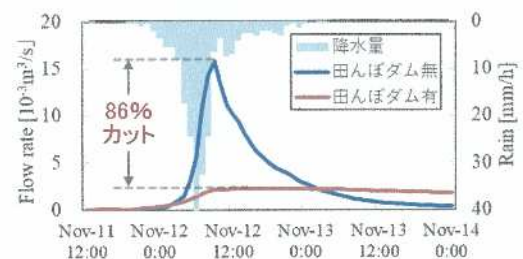


図 1 田んぼダムによる流出抑制効果

一般的な水田では雨水が速やかに流出するが、田んぼダムを実施した場合は長い時間をかけて緩やかに雨水が流出する。このケースにおいては流出量ピークカット率 86%を示し、水田一時貯留による流出量抑制効果が得られるという結果が確認された。

(2) 田んぼダム事業のポテンシャル評価

青森県地域における水田は、岩木川、高瀬川、馬淵川などの主要河川の中流域から下流域に多く分布しており、特に津軽平野の水田面積割合が高い。田んぼダム事業のポテンシャル評価では総面積に占める水田面積等から推定される流出量ピークカット率を評価指標として、地域別のポテンシャルを算定した(図 2)。この結果より、田舎館村、藤崎町、つがる市で高いピークカット率が確認された。これらの地域を対象として、流出氾濫モデルを導入し、田んぼダムの実施有無による浸水範囲・浸水深の分布を解析する。そして、田んぼダム事業による経済的な効果についてより詳細な分析を進めていく予定である。



図 2 ピークカット率の分布

本研究の成果として、青森県地域を対象として田んぼダム事業のポテンシャルを評価することができた。田んぼダム事業は、低コストで流域治水の推進に資する取り組みであるが、水田管理者である農家との合意形成が必須となる。事業推進のための科学的エビデンスを充実させ、青森県地域の安全・安心な暮らしに寄与するように取り組んでいきたい。

実績概要

(ホームページ掲載用)

研究又は活動のテーマ	寒冷地橋梁の劣化損傷実態調査と修繕対策の検討						
団体名	八戸工業大学工学部工学科						
代表者	高瀬慎介						
<p>(目的)</p> <p>高度成長期時代に多くの橋梁がかけられ、その橋梁の老朽化が問題となっており、各市町村レベルまで、橋梁の長寿命化に取り組んでいる。青森県は、早い段階から橋梁アセットマネジメントシステムを構築し、橋梁の長寿命化に取り組んでいる。この橋梁アセットマネジメントシステムでは、5年ごとの点検を行っており、点検は、100%実施されている。また、点検結果を反映した長寿命化計画策定も100%実施している。そこで本研究では、青森県の定期点検結果を分析し、地域橋梁の維持管理や整備に有効な知見を得ることを目的としている。その分析のうち、定期点検で調査された健全度に着目し、この低下を橋梁の劣化速度と受け止め、これを算出することを試み、考察した。</p>							
<p>(概要)</p> <p>2014年の国土交通省「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」の通達にて指摘される通り、適切な橋梁の維持管理を行うため、橋梁の近接目視による定期点検を5年に1回実施することとなっている。また青森県は、橋梁マネジメントシステムであるBMSを導入しており、点検の記録様式としてBMS様式、国交省様式の2つの様式があり、BMS様式においては橋梁の各部材の健全度は0～5までの数値が0.5刻みで評価され、国交省様式においてはI～IVの4段階で評価される。しかし、国交省様式では評価値が定性的な評価となっているため、本研究の目的である評価値による劣化速度の算定が難しいと考えられる。そのため本研究では、定量的な数値で評価されるBMS様式での評価を劣化速度の算定に使用することとした。橋梁は構造形式によって点検箇所や構成部材等が異なるため、本研究においては各部材、各箇所を主桁、横桁、床版、下部構造、支承の主要部材及び伸縮装置、防護柵等をその他部材として分類分けを行った。また、橋梁対象としては、表1に示す青森県のS町が管理および定期点検を実施している橋梁のうち、橋長15m以上20m未満であり、径間数が2径間以内に収まっており、複数回の定期点検が実施された小規模橋梁9橋を対象に分析を行った。</p>							
表1：対象橋梁の概要							
橋梁名	橋長	供用開始年月日	第1回点検年	第2回点検年	第3回点検年	上部構造形式	下部構造形式
A橋	17m	1980/12/31	2009/10/27	2015/12/9	2020/7/16	単純RCT桁橋	逆T式橋台
B橋	18m	1957/3/31	2009/11/6	2015/12/11	2020/7/16	2径間 単純RCT桁橋	重力式橋台 壁式橋脚
C橋	18m	1957/12/31	2009/11/6	2015/12/11	2020/7/15	2径間 単純RCT桁橋	重力式橋台 壁式橋脚
D橋	17m	1972/12/31	2009/11/17	2015/12/10	2020/7/28	単純H鋼桁橋	重力式橋台
E橋	18m	1967/10/31	2009/11/6	2015/12/13	2020/7/15	単純H鋼合成桁橋	重力式橋台
F橋	20m	1980/10/31	2009/11/12	2015/11/26	2020/7/15	PC単純T桁橋	小橋台
G橋	16m	1974/4/1	2015/12/13	2020/7/28	-	単純鋼非合成桁橋	重力式橋台
H橋	15m	1970/3/31	2009/11/16	2015/12/9	2020/7/14	単純H鋼 非合成桁橋	逆T式橋台
I橋	16m	1980/3/31	2009/10/26	2015/12/9	2020/7/16	単純H鋼合成桁橋	逆T式橋台

各部材の修繕を行わない場合の劣化速度を考察するため、修繕した部材の健全度を除いた健全度と橋齢に伴う変化を示す図1-4示すように近似直線を挿入し、供用開始年度から現在までの近似直線と、直近10年間の3回の定期点検により得られた近似直線の傾きを比較することで、劣化速度が現在にかけてどのように変化したのかを確認した。その結果、主桁、横桁、床版、その他の部材では劣化速度は遅くなっていることがわかる。一方で下部構造と支承においては、供用開始年度から現在までの近似直線の傾きよりも、直近10年の点検結果における近似線の傾きの方が大きくなっていることから、劣化が加速していると考えられることがわかった。

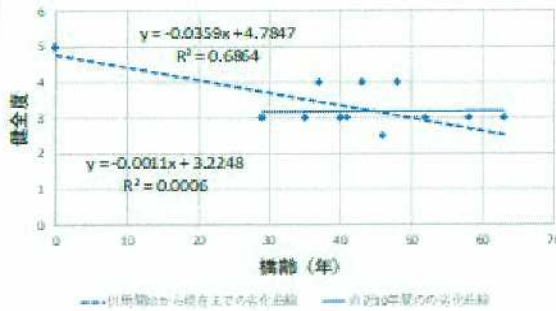


図1：主桁の近似曲線

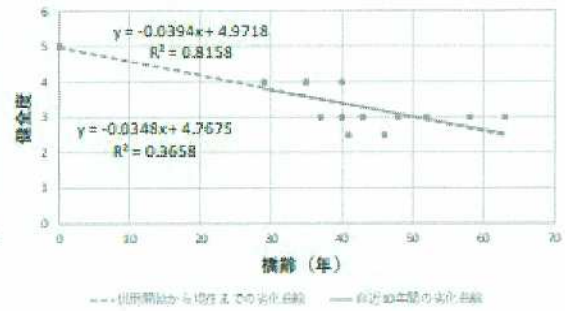


図2：床版の近似曲線

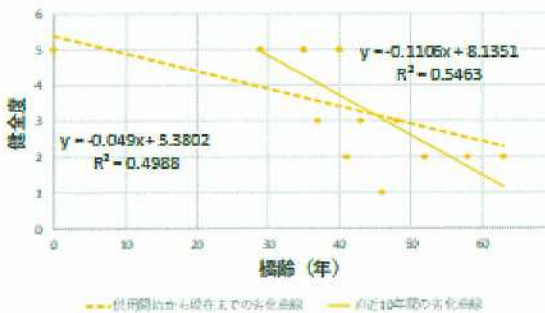


図3：支承の近似曲線

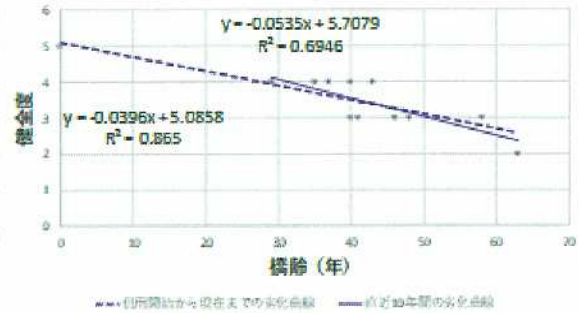


図4：下部構造の近似曲線

本研究は、過去の定期点検結果を活用し、劣化速度に着目して劣化の特性を考察することを試行した。劣化が橋梁の置かれた環境によって異なること、多くの健全度から部材項目毎の最小健全度を代表値として捉えたこと、健全性評価として使用されている段階を劣化指標の数値情報として理解したことなど、得られた結論は限定的に捉える必要がある。しかし、多くの時間と経費を掛けて実施してきている定期点検結果の活用は、今後の橋梁管理に有効な知見を与えてくれると考えている。引き続き、課題を受け止め定期点検結果の活用を考えたい。

研究又は活動のテーマ	青森県産材のおがくずを利用した高強度な即時脱型コンクリートの開発
団体名	八戸工業大学
代表者	片山 裕美
<p>(目的)</p> <p>長期間の強度耐性に課題が残る即時脱型コンクリート（以下、即脱コンクリート）の高強度化を目指し、本研究では、即脱コンクリート製造時におがくずから抽出したバイオマスファイバー（以下、BF液）を水に混合することで、曲げ強度および圧縮強度の向上を図る。</p> <p>1年目（2023年度）は、①青森県産材のおがくずの調達、②BF液の調製時の洗浄回数および静置時間の最適化を行った。</p> <p>(概要)</p> <p>①青森県産材のおがくずの調達では、青森県の主要木材種であるヒバ、ヒノキ、アカマツ、ナラの4種類のおがくずを手に入れた。今後、各木材種の物性（C/N比、水分量、油分量および定性分析）の比較を行う。</p> <p>②BF液の調製時の洗浄回数および静置時間の検討ではヒバを用いて検討した。検討内容は、木材の油分の分離操作時の洗浄回数、および、脱脂おがくずの湿式粉碎後の静置時間について検討した。油分分離操作時の洗浄回数では、予めおがくず4.5gに対してメタノール50 mLを混合して水分除去を行った後、トルエン50 mLを添加して1時間マグネチックスターラーによる攪拌で脱脂操作を行った。攪拌後、自然ろ過を行い、脂完了判定として、ろ液をTLCプレートに塗布しUVライト照射下においてスポット（油脂）の確認を行った。以上の操作をスポットの消失が確認できるまで、繰り返しトルエンによる脱脂操作を行った。その結果、4回目の洗浄でスポットの消失が確認された（図1(a)）。加えて、水分除去に用いた溶媒をメタノールからエタノールに変更すると、トルエンの洗浄回数が3回に減らすことが可能となった（図1(b)）。これは、メタノールよりも極性の低いエタノールにすることで、水分および油分ともに馴染みやすくなり、効率よく木材から水分を除去することが可能となったからだと考えられる。</p> <p>脱脂おがくずの湿式粉碎後の静置時間については、脱脂おがくず3.0gに対して蒸留水を150 mL加え、セラミック製ボールミルによる粉碎を24時間行った（図2）。粉碎後、静置時間（10分～60分間）と上澄みのBF液濃度（g/L）を比較した。その結果、30分以降になると濃度の変化が見られなくなった（図3）。静置時間によって、粉碎具合の異なるBF液が上澄みに留まっていることが予測できることから、今後、静置時間ごとのBF液の物性観察を行い、コンクリートに混合するのに最適な条件を探索していく。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>図1 TLCによる脱脂確認 (a) メタノールによる水分除去 (b) エタノールによる水分除去</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図2 ボールミルによる粉碎</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図3 粉碎後の静置の様子 (上澄み：BF液)</p> </div> </div>	

研究又は活動のテーマ	フィルダムの小型振動台模型実験に関わる研究
団体名	弘前大学 農学生命科学部
代表者	森 洋

(目的)

ゾーン型フィルダムでの内部構造は複雑な盛土地盤構成をなしているため、浸透を伴う盛土構造物の耐震性の解明が急がれている。また、ダム中央部に剛性の高い人工構造物（コンクリート等）を設置した中心遮水壁型フィルダムもあり、より複雑な震動応答特性を考慮する必要がある。本研究目的は、貯水池を有する盛土構造物（フィルダムや河川堤防等）の耐震性評価を小型振動台模型実験で実施することであり、今年度は遮水性機能を持つゾーン型、中心遮水壁型、表面遮水壁型に補強材等を施した各種フィルダムの耐震性評価を、小型振動台模型実験装置にて実施し、フィルダムの破壊挙動等を検討するものである。

(概要)

小型振動台模型実験装置は、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、Fig.1 にフィルダム模型での実験ケースを示す。

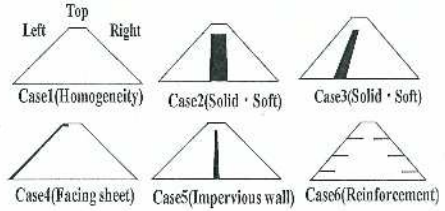


Fig.1 実験ケース

Fig.2 は、振動台での入力加速度が sin 波 (4.5Hz) の最大加速度で約 1,400Gal とした場合の各ケースでの天端部の鉛直変位量挙動を示す。Case1～Case5 は経過時間 10 秒付近から沈下するが、Case6 のみ 25 秒付近より変状する傾向にある。また、Case1 やコア部の強度が弱い Case2(Soft)、Case3(Soft)、Case4 は急速に沈下するが、コア部の強度が強い Case2(Solid)や Case3(Solid)、Case5、Case6 では沈下が抑制される傾向にある。

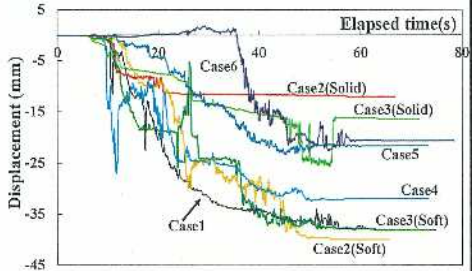


Fig.2 天端の鉛直変位量

Fig.3 は、各ケースでのせん断帯の発達状況を示す。Case1～Case5 では斜面部分から最初にせん断帯が入るが、Case6 では天端部で最初にせん断帯が入る傾向にある。特に、Case2(Soft)と Case3(Soft)では、後に天端から入ったせん断帯が進行的にコア部に沿って発達しており、Case5 でも中心遮水壁に沿ったせん断帯が確認できる。また、Case6 では天端部に発生したせん断帯が最上部に敷設された補強材によって妨げられており、一定程度の補強効果を発揮していることが伺える。



Fig.3 せん断帯の発達状況

<まとめ>

強度の強いコア部を持つゾーン型や中心遮水壁型、補強材を敷設したケースは、盛土天端での沈下を抑制できる可能性を示した。特に、補強材盛土の場合は天端の沈下開始は他のケースより遅く、天端部に発生したせん断帯の進行を補強材により妨げているため、一定程度の耐震性効果を確認することができた。