

2.5 河川堤防の耐侵食機能向上技術の開発（2）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：材料地盤研究グループ（土質・振動）

研究担当者：佐々木哲也、森 啓年、齋藤由紀子

【要旨】

近年、集中豪雨の発生頻度の増大等による河川堤防の決壊に伴う被害の増加が懸念され、河川堤防の質的強化に向けた検討が必要となっている。本研究では、短繊維混合補強土による被覆工の耐侵食機能向上効果を把握することを目的として検討を行った。その結果、短繊維混合補強土を用いて堤防のり面を被覆した場合、一定の条件下において流水外力に対して耐侵食機能が確認された。また、短繊維混合補強土による被覆工を実際の堤防に導入する際に課題となる耐久性、植生に対する適応性等についても検討を行った。その結果、被覆工は時間の経過とともに凍結・融解等により表層 10mm 程度がゆるんだものの約 1 年後については耐侵食性が維持されていたこと、植生については貧配合のセメントの影響は受けなかったものの生育密度が初期の播植条件に依存することなどがわかった。本研究の検討結果と既往の知見に基づいて、試験施工を対象とする短繊維混合補強土被覆工の設計・施工技術資料を作成した。

キーワード：河川堤防、堤防決壊、侵食対策、模型実験

1. はじめに

河川堤防の決壊形態の一つに侵食破堤があるが、これは、降雨や越水による侵食作用により発生することがある。2008 年に社団法人土木学会から出された報告書¹⁾によると、越水による侵食対策工法は大きく二つに分類される。堤防天端および裏のり面を被覆する「被覆型」と、堤体中心部に粘性土のコア等を設けて堤体の全面的な決壊を抑える「自立型」である。いずれの工法も、具体的な設計・施工技術の検討はほとんど実施されていない。

本研究では、「被覆型」の侵食対策工法の一つとして、短繊維混合補強土（以下、「短繊維混合土」という）を用いた被覆工について、耐侵食機能向上効果を把握することを目的としている。また、検討結果は、現場における試験施工を対象とする設計・施工技術資料としてとりまとめた。

2. 堤防のり面被覆材に必要とされる性能の整理

堤防のり面被覆材は、堤体材料としての条件（せん断強度等）を満たす必要がある。したがって、短繊維混合土の耐侵食機能向上効果を検討する前提として、既設堤防にのり面被覆を実施する場合、被覆材に求められる性能を基準類等^{1),2),3),4)}を参考に表-1 のとおり整理した。

表-1 をふまえ、裏のりの耐侵食性は、平均流速

5m/s 程度で約 3 時間、堤体高さを保持することを目標とした。

せん断強度は、一軸圧縮試験で確認し、一般的な盛土材料としてのセメント改良強度 100～300kN/m² 程度²⁾を目標値に設定した。

透水性については、堤体と同程度か裏のり面被覆材の方がやや大きくなることを目指した。

植生に対する適応性については、道路土工指針³⁾を参考に、土壌硬度指数 30mm 以下を目標に定めた。

変形追随性のうち、流水の作用による吸い出しについては、水理模型実験の際に目視確認を行った。

吸い出し以外の変形追随性と、透気性、維持管理については、照査方法も確立されていないことから、今後の課題とした。

表-1 堤防のり面被覆材に求められる性能

求められる性能	表のり	裏のり
1) 耐侵食性	降雨、河川の流水に対する耐侵食性	降雨、越流水に対する耐侵食性
2) せん断強度	洪水水位低下時の残留水圧に対するすべり安定性	洪水時の堤体内水位ピーク時におけるすべり安定性
3) 透水性	既設堤防より低い透水性（遮水性）	既設堤防より高い透水性（排水性）
4) 透気性	堤体内の空気のパイプを妨げない透気性	
5) 植生に対する適応性	植物の根の伸長を妨げない柔らかさ	
6) 変形追随性	流水の作用による吸い出し、圧密沈下・地震による変形に対する追随性	
7) 維持管理	長期的な上記性能の保持、補修の容易性	

3. 短繊維混合土を用いた対策の検討

短繊維混合土は、写真-1に示すとおり、土にポリエステル等の繊維を混ぜて土の機能向上を図るものである。短繊維混合土を裏のり面に被覆することにより、耐浸透機能が向上（せん断抵抗の増加）するとともに、降雨によるガリ侵食の発生防止（エロージョン防止）にも寄与する⁸⁾。こうした特性から、越水作用による侵食に対しても一定の効果が期待できると考えられる。



写真-1 短繊維と短繊維混合土

3.1 透水性に関する検討

土に短繊維を混ぜるだけでは、耐侵食機能が十分期待できない可能性が考えられたため、耐侵食機能を強化させるための固化材（セメント）と、透水性を改善させるための添加材（団粒材、気泡材）の混合条件を変えて表-2のとおり透水試験を行った。土質材料は、茨城県内で採取した山砂（S-F）で、締固め度83%における透水係数は、 $1.5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ である。

図-1に透水試験結果を示す。透水試験は1ケースあたり3回実施した。図に示すように、ケースによってバラツキがあるが、セメントの混合量を10%、5%、3%と変えたところ、いずれの透水係数も $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ （粘性土相当）以下となった。とくにセメント混合量10%では透水性が非常に小さくなるため、混合量5%と3%に対してのみ、次のステップとして添加材の混合を試みた。その結果、気泡材を混合した場合、透水性が1オーダー程度大きくなった。また、団粒材によって透水しやすくする効果はあまり見られず、混合量が多いと逆に透水性が小さくなる結果となった。団粒材の場合、透水試験の供試体側面に多くの空洞が見られたことから、空洞をシリコンで埋めて試験を実施する必要があり、実際より透水係数を小さめに評価したと考えられる。

以上のことから、セメントを混合した上で高い透水性を確保するためには、セメントの混合量を5%程度以下とし、気泡材等の添加材を適量混合する必要があることがわかった。また、堤体内の浸透水を確実に排水するためには、裏のり尻ドレーンとの併用も有効と考えられる。

表-2 透水試験条件

ケース	セメント 混合量 [*]	添加材混合量 (kg/m ³)	
		団粒材	気泡材
1	10%	—	—
2	5%	—	—
3	3%	—	—
4	5%	3	—
5	3%	5	—
6	3%	3	—
7	5%	—	0.5
8	5%	—	0.125

※土に対する質量比

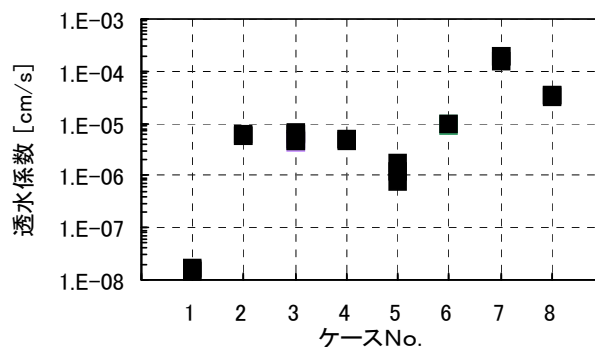


図-1 透水試験結果

3.2 耐侵食性に関する検討

3.2.1 小型水理模型実験による検討

短繊維混合土の耐侵食性を検討するため、図-2に示す二次元の管流水路を用いて小型水路模型実験を実施した。水路の通水断面は、 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ の矩形で、平均流速7m/sまでの流水を供試体に作用させることができる。供試体は、長さ3m、幅0.3m、高さ0.3mの鋼製土槽内に作製した（写真-2）。供試体の条件は、表-3に示すとおり、土質、セメント、短繊維混合量の条件を変えて5ケースとした。

侵食実験は、1時間毎に平均流速を2m/sから6m/sまで段階的に上げて実施した。目視により侵食が確認された場合は、流水を一旦止めて侵食量を測定した。

検討結果を図-3に示す。図より、セメント混合量2%に対して短繊維を混合していないケース1では、平均流速4m/sまでの耐侵食性は確認できるものの、平均流速を5m/sに上げたところ侵食量が急増し、通水10分後に最大侵食量が30cmに達した。一方、ケース2～5については、目標とする平均流速5m/sの通水に対して最大侵食量が5cm未満となっており、供試体の侵食の急増も確認できなかった。以上のことから、細粒分含有率 F_c が10～30%の土質材料を用いた場合、土の質量に対してセメント2%と短繊維0.2%を混合する条件、もしくはセメントのみ5%を混合する条件により、所要の耐侵食性が得られることを確認できた。

2.5 河川堤防の耐侵食機能向上技術の開発（2）

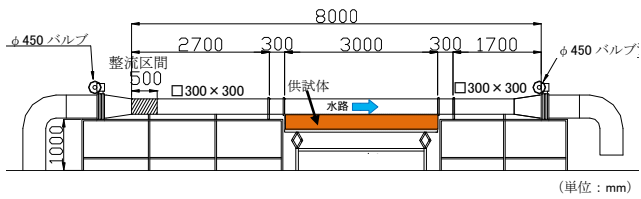


図-2 小型水理模型実験に用いた管流水路



写真-2 小型水理模型実験の供試体

表-3 小型水理模型実験の条件

ケース	使用土質	セメント 混合量※	短繊維 混合量※
1	$F_c=10\%$	2%	0%
2	$F_c=10\%$	2%	0.2%
3	$F_c=10\%$	5%	0%
4	$F_c=30\%$	2%	0.2%
5	$F_c=30\%$	5%	0%

※土に対する質量比

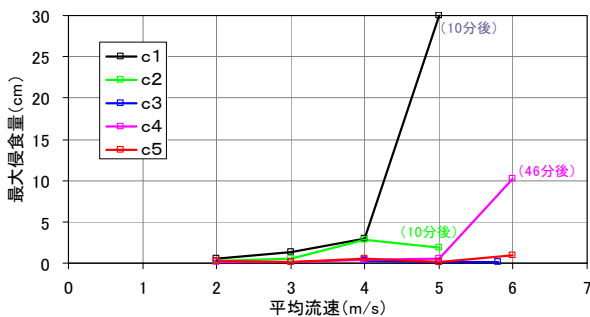


図-3 流速と最大侵食量の関係

3.2.2 大型水理模型実験による検討

実大規模の堤防模型を用いて、短繊維混合土被覆工の耐侵食性を調査した。模型断面を図-4に示す。基礎地盤には川砂を、堤体には茨城県内で採取した山砂を使用した。基礎地盤と堤体は、締め固め層厚30cmで作製し、天端には碎石とアスファルトで舗装を敷設した。つづいて、裏のり肩、裏のり面の順に、写真-3に示す吹付けにより、短繊維混合補強土を施工した。短繊維混合補強土は、堤体と同じ土と、土に対する重量比0.1%の短繊維、5%のセメント、5%の団粒補助材、 3kg/m^3 の団粒材、水を混合したものである。

実験は、侵食状況の変化を把握するため、段階的に流水を停止し、侵食量の計測と観察を行った。越流時間と侵食量の一覧を表-4に、各実験ステップにお

る裏のり面の状況を、写真-4にそれぞれ示す。越流水深は、いずれも30cmである。

侵食は、裏のり尻付近の基礎地盤から徐々に進行し、短繊維混合補強土の下の堤体土が十分流出した段階で、短繊維混合補強土がいくつかの土塊となって崩落し、結果として破堤に至った。実験直後に土塊を割って観察したところ、内部は不飽和の状態であった。写真-5に示すとおり、堤防裏のり面の短繊維混合土被覆工の下は、堤体土が吸い出され、空洞が形成されている様子が確認された。短繊維混合土が硬く自立してしまったため、堤体の変形に追従することができなかったと考えられる。このように、本節の実験条件では、裏のり面被覆の屈とう性に課題があることが明らかになった。短繊維混合土被覆工表面の土壤硬度指数は、打設後1日で平均21mm、打設後7日で平均24mm、越流実験後(打設後8日)の残留部で平均28mmであり、2. で定めた30mm以下の目標を概ね満足した。

なお、破堤に至るまでの総越流量は、約 $2,500\text{m}^3$ (単位幅あたり)であった。過去の土堤の実験(堤防高さ2.5m、2割勾配、粘性土)では総越流量 468m^3 に達すると破堤した⁹⁾ことから、短繊維混合補強土を被覆した裏のり面の耐侵食機能は土堤に比べて向上すると考えられる。

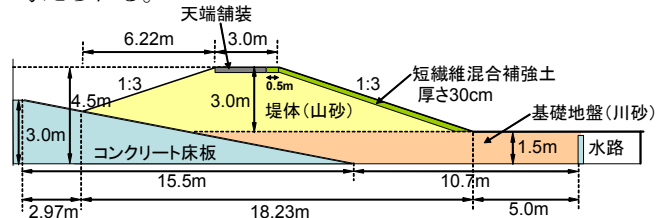


図-4 大型水理模型実験1の模型断面



写真-3 短繊維混合土被覆工の施工状況(吹付け)

表-4 侵食量の時間変化

実験 ステップ	越流時間 (min)	累積越流時間 (min)	侵食量 (m^3)	
			裏のり面	基礎地盤
1	30	30	0.8	5.5
2	30	60	観察のみ(写真-4)	
3	30	90	観察のみ(写真-4)	
4*	30	120	4.2	4.4
5	10	130	観察のみ(写真-4)	
6	3	133	破堤	

※ステップ4の後に、裏のり尻をセメント混合土で補修

2.5 河川堤防の耐侵食機能向上技術の開発（2）



ステップ 1 (30min)



ステップ 2 (60min)



ステップ 3 (90min)



ステップ 4 (120min)



ステップ 5 (130min)

写真-4 大型水理模型実験 1 における侵食状況



写真-5 堤防裏のり面の被覆工下の空洞

以上の大型水理模型実験 1 で検討した短繊維混合土被覆工は、変形追随性が不足し、被覆工の下から堤体土が吸い出されたことから、次に、図-5 に示すとおりのり尻付近の施工範囲を見直し再度侵食実験を行った。基礎地盤には川砂 (S-G: 礫まじり砂) を、堤体には茨城県内で採取した山砂 (S-F: 細粒分まじり砂) を使用し、締固め層厚 30cm で作製した。基礎地盤の平均締固め度は 97% (乾燥密度 1.60g/cm^3)、堤体の平均締固め度は 89% (乾燥密度 1.45g/cm^3) である。短繊維混合土は、堤体と同じ土に、土に対する重量比 0.2% の短繊維、2% のセメント等を混合した。施工は、写真-6 のとおり、機械転圧により行った。転圧回数は、予め実施した転圧試験を基に 1 層 10cm あたり 6 回とした。被覆厚は通常の覆土と同じ 30cm、平均締固め度は 88% (乾燥密度 1.70g/cm^3) である。

実験では、堤防天端-20cm の外水位を与え、10 日間かけて堤体内浸潤線を定常状態にした後、堤防天端+30cm の越流水深を与えて、裏のり面被覆の耐侵食機能向上効果を調査した。侵食状況の変化を把握するため、段階的に流水を停止し、侵食量の計測と観察を行った。

実験時の流水表面の流速を簡易に測定したところ、のり肩からのり尻までの平均流速は 4.5m/s であった。越流時間と侵食量の一覧を表-5 に、実験時の裏のり面の状況を、写真-7 にそれぞれ示す。裏のり尻や水路側壁付近において、局所的に深さ 2~3cm 程度の侵食が生じた。また、被覆工下端には吸い出しによる空洞が発生したが、大型水理模型実験 2 の実験条件では、吸い出し領域が堤体まで達することはなく、大型水理模型実験 1 で見られたような一連の崩壊現象 (堤体土の吸い出し→短繊維混合土被覆工の崩落→破堤) は生じなかった。その理由として、裏のり面の短繊維混合土被覆工を堤内地側へ 1.5m 延長した点が挙げられる。過去の実験において、今回延長した部分と同範囲で流水による床掘れが顕著だったことから、この範囲を短

繊維混合土被覆工で保護することにより、床掘れに伴う流水の乱れと堤体土の吸い出しを防止できたものと考えられる。

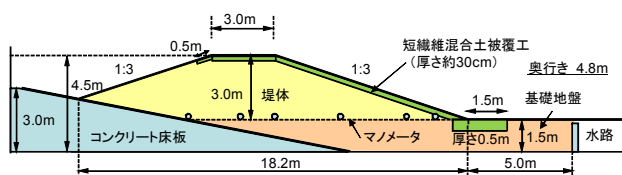


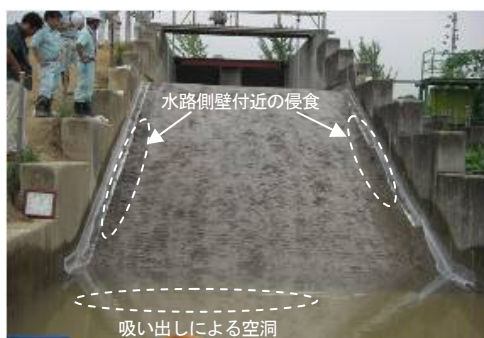
図-5 大型水理模型実験2の模型実験断面



写真-6 短繊維混合土被覆工の施工状況（機械転圧）

表-5 侵食量の時間変化

実験 ステップ	越流時間 (min)	累積 越流時間 (min)	累積侵食量 (m ³)	
			裏のり面	基礎地盤
1	60	60	0	0.07
2	60	120	0.08	0.17
3	60	180	0.21	0.23



ステップ3 (180min)



吸い出しによる空洞の状況

写真-7 大型水理模型実験2終了後の侵食状況

3.4 耐侵食性の持続に関する検討

3.3 の水理模型実験2に使用した実物大堤防模型から、短繊維混合土被覆工の土塊を切り出して長さ3m、幅0.3m、高さ0.3mの鋼製土槽に設置し、侵食実験用の供試体を作製した。切り出してすぐの供試体に対して耐侵食機能を確認(ケース1)した上で、茨城県つくば市の屋外の実際の気象条件で曝露し、約1年後に再度耐侵食機能を調査(ケース2)した。

侵食実験に用いた二次元の管流水路は3.2.1と同じである(図-2)。実物大堤防模型の水理模型実験では、堤防高さ3m、のり面勾配1:3、越流水深30cmの条件で、流水表面の流速が約4.5m/sであった。本節の侵食実験は、1時間毎に平均流速を2m/sから7m/sまで段階的に上げて実施した。目視により侵食が確認された場合は、流水をいったん止めて侵食量を測定した。また、侵食実験の前後には、供試体表面の固さを確認するため、土壌硬度の測定を行った。

侵食実験で得られた平均流速と供試体の平均侵食量との関係を図-6に、最大侵食量との関係を図-7にそれぞれ示す。また、侵食量のコンターを図-8に示す。ケース2の供試体は、屋外のヤードに埋設して曝露していたため、表層は乾湿繰り返しと冬季の凍結・融解を経験している。供試体表層には、そうした気象の影響と考えられる厚さ10mm程度のゆるみ層が形成されていた。ケース2のゆるみ層は流速2m/sの条件の下、5分程度で流出した。このゆるみ層は、気象に対する余裕しろと見なし、図-6、図-7におけるケース2の侵食量は、ゆるみ層が流出した直後をゼロとして整理した。

一般的な粘性土の場合、ある流速以上になると侵食量が急激に増大することが知られている⁹⁾。図-6より、ケース1では流速7m/sまで平均侵食量の急増は見られなかった。一方で、図-7に示すケース1の最大侵食量は流速5m/sを境に増加しており、実験時の観察と図-8の侵食量コンターによると、流速6m/s程度から供試体の上流1箇所まで床掘れが発生したことがわかった。流速7m/s後の床掘れの深さは、約55mmであり、被覆工の初期厚さ300mmに対して18%程度侵食されたことになる。土のみの供試体と異なり、侵食量の増加時点から短時間で全体流出へと至る現象は見られなかったものの、部分的な床掘れの防止も考慮すると、今回の材料・密度条件の短繊維混合土被覆工では、床掘れが発生する限界の流速は5~6m/s程度だった。

図-6より、ケース2ではケース1と同様に、流速

条件を上げても平均侵食量の急増は見られなかった。外力条件を 6m/s までとしたのは、実験水路に不具合が生じたためであり、供試体は残存している状況であった。また、最大侵食量は流速 5m/s の段階で増加したものの、その後の流速 6m/s では進行しなかった。流速 6m/s 後の最大侵食量の大きさは、約 25mm であり、被覆工の初期厚さ 300mm に対して 8%程度侵食された。ケース 2 では、表層の軟下層は流速 2m/s に耐えられなかったものの、その下の層はケース 1 と同程度の流速 5~6 m/s にまで耐えた。

以上の結果から、今回検討対象としている短繊維混合土被覆工の条件では、時間の経過とともに凍結・融解等により表層 10mm 程度がゆるむものの、約 1 年後については流速 5~6m/s まで床掘れが発生しない程度の耐侵食性が維持された。

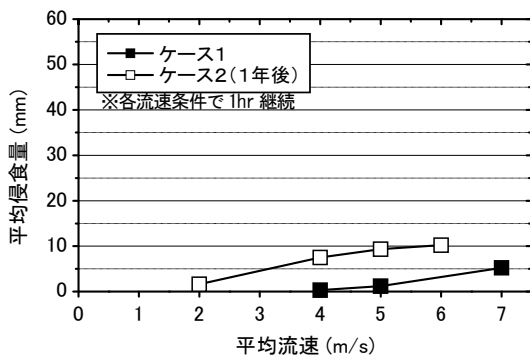


図-6 流速と平均侵食量の関係

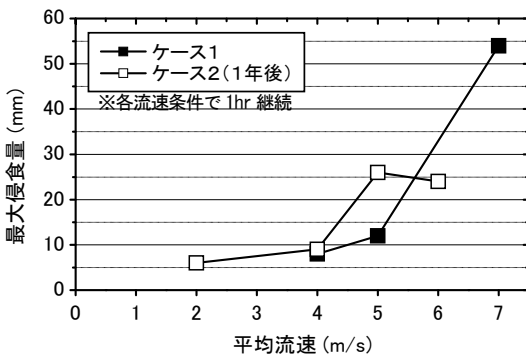


図-7 流速と最大侵食量の関係

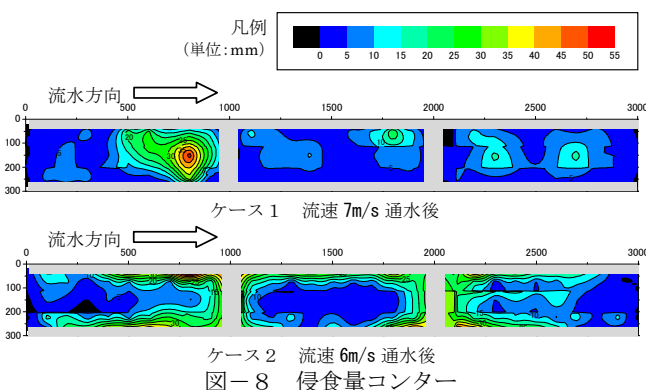


図-8 侵食量コンター

3.5 せん断強度に関する検討

3.3 において短繊維混合土被覆工の施工時に供試体を作製し、実験水路と同じ環境下で養生した後、一軸圧縮試験を行った。養生日数と一軸圧縮強度の関係を、図-9 に示す。2.で述べたとおり、目標とする一軸圧縮強度は 100~300 kN/m² であり、養生 7 日後にはその強度を超える状況にあったことがわかる。被覆工のせん断強度が向上することにより、水の浸透によるすべり破壊に対する耐力は向上すると考えられるが、一方で変形追随性は落ちることから、適度な強度が発現するようにさらなる材料の改良が必要と考えられる。

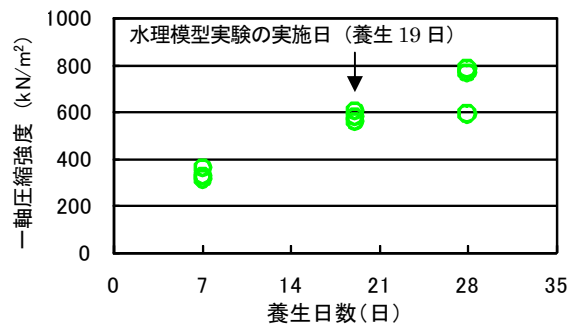


図-9 短繊維混合土の一軸圧縮強度

3.6 植生に対する適応性の検討

短繊維混合土被覆工の植生に対する適応性を調査するため、表-6 に示す条件で、約 1 年間にわたり植生の生育状況を観察した。ケース 1-1~1-3 は、3.3 の水理模型実験で使用した堤防模型から切り出した供試体（短繊維混合比 0.2%、セメント混合比 2% の混合土）である。一方、ケース 2-1~2-3 の供試体は、植生試験の場所に型枠を設置し、短繊維のみを 0.2% 混合した土質材料で突き固めて作製した。各供試体の大きさは、長さ 1m、幅 0.5m である。植生の種類について、種子散布および張芝としては河川堤防に一般的に使用される野芝を採用した。種子散布は、ケース 1-2 と 2-2 の計 1m² の面積に 50g の種子を均等に蒔き、風による散乱を防ぐ程度の覆土を施した。

各ケースの植生の生育状況を写真-8 に示す。観察を始めてから 1 年後、種子散布と張芝のケースについては、いずれも芝の根付きが確認された。しかしながら、種子散布の 1-2 と 2-2 については植生の密度が低い結果となった。裸地のケース 1-1 と 2-1 については、芝以外の植生がごくまばらに根付いた状態であった。セメントを混合しているケース 1-1~1-3 については、pH の測定も行った。初期の供試体上部の pH は 9.1 (24℃) であったのに対し、1 年後は 8.4 (19℃) であり、依然としてアルカリ性ではあるものの中性

(pH=7) に近づいた。

植生前の供試体の土壌硬度指数は、ケース 1-1~1-3 で平均 31.9mm、ケース 2-1~2-3 で平均 30.9mm でセメントの有無に関係なくほぼ同じ固さであった。土壌硬度は植生基盤としての適応性の目安を示すもので、道路土工指針²⁾によると硬度指数 30mm 以下であれば植物の根系の伸長は可能とされている。

以上の結果から、今回検討対象としている短繊維混合土被覆工の条件ではセメントの影響は見られず、初期の播植を適切に行うことで植生に対する適用性は確保された。ただし、植生の根の繁茂によって、短繊維混合土被覆工表層のゆるみを誘発する可能性も考えられる。その点については、引き続きの検討課題である。

表-6 植生試験の条件

ケース	短繊維混合比 [※]	セメント混合比 [※]	植生条件
1-1	0.2%	2%	裸地
1-2			種子散布
1-3			張芝
2-1		0%	裸地
2-2			種子散布
2-3			張芝

※混合比は、土に対する重量比
・締固め度は、いずれのケースも 90%

3.7 今後の検討課題

耐侵食機能向上技術の一つとして、短繊維混合土被覆工について実際の河川堤防に導入することを想定し、堤防のり面被覆材に求められる性能を確認した。しかしながら、表-1 に示す、植生に対する適応性や植生の根の繁茂によるゆるみの誘発、吸い出し以外の変形追随性、透気性、維持管理については、長期的な検討が必要なこと、照査方法が確立されていないことなどから、現場における試験施工等を通じて引き続き調査が必要である。

4. まとめ

河川堤防の侵食対策工法の一つとして、短繊維混合土を用いた被覆工について、耐侵食機能向上効果を調査した。その結果、つぎのことが明らかになった。

- ・堤防裏のり面の被覆工に求められる性能として、耐侵食性のほか、透水性、変形追随性、植生に対する適応性などが挙げられる。
- ・耐侵食性については、裏のり尻付近の施工範囲を留意することにより、堤防高さ 3m、のり面勾配 1:3、越流水深 30cm という一定の条件下では機能向上効果が確認された。
- ・耐侵食機能の持続性について、短繊維混合土被覆工を約 1 年間屋外の気象条件で曝露したところ、被覆工は凍結・融解等により表層から深さ約 10mm ゆるんだものの、ゆるんだ部分より深い層は流速約 5~6m/s まで床掘れが発生しない程度の耐侵食性を保持した。
- ・植生については、本研究の被覆工の条件ではセメントの影響は見られず、初期の播植の条件に応じて生育した。実際の堤防に適用する場合は、個々の現場に求められる生育速度に応じて、初期の播植を適切に行うことにより植生は確保することができる。
- ・本研究で検討した短繊維混合土被覆工を、実際の河川堤防に導入することを想定した場合、植生に対する適応性や植生の根の繁茂によるゆるみの誘発、吸い出し以外の変形追随性、透気性、維持管理については、長期的な検討が必要なこと、照査方法が確立されていないことなどから、現場における試験施工等を通じて引き続き調査が必要である。

本研究の検討結果と既往の知見¹⁰⁾に基づいて、試験施工を対象とする短繊維混合土被覆工の設計・施工技术資料を表-7 のとおり作成した。今後は、試験施工

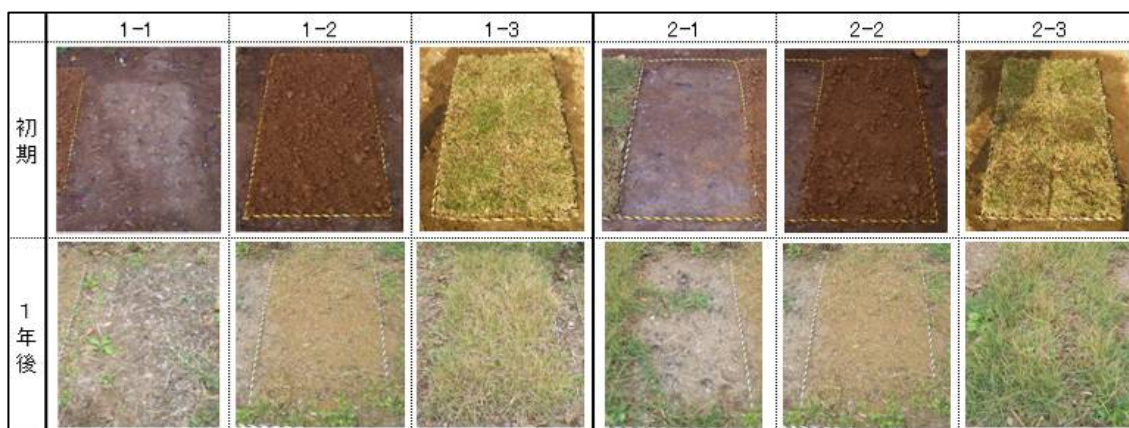


写真-8 植生の生育状況

等により技術的知見を集積し、実用化を図っていきたい。

表-7 試験施工を対象とする短繊維混合土被覆工の設計・施工技術資料（案）目次構成

1. 総説
2. 事前調査
3. 設計
4. 配合設計
5. 施工
6. モニタリング

参考文献

- 1) (社) 土木学会：「耐越水堤防整備の技術的な実現性の見解」について、耐越水堤防整備の技術的な実現性検討委員会報告書、2008.
- 2) 建設省河川局監修：建設省河川砂防技術基準（案）、(社) 日本河川協会、1998.
- 3) (財) 国土技術研究センター：河川土工マニュアル参考資料、2007.
- 4) (財) 国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き、2002.
- 5) (社) セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第3版）、2003.
- 6) (社) 日本道路協会：道路土工 一のり面工・斜面安定工指針、1999.
- 7) 古本ら：短繊維混合補強土を用いた覆土工法による堤防の補強効果について、第35回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1593-1594、2000.
- 8) 建設省大臣官房技術調査室監修：発生土利用促進のための改良工法マニュアル、(財) 土木研究センター、p130、1997.
- 9) 建設省土木研究所河川研究室：洪水流を受けた時の多自然型河岸防御工・粘性土・植生の挙動—流水に対する安定性・耐侵食性を判断するために—、土木研究所資料第3489号、1997.
- 10) ハイグレードソイル研究コンソーシアム短繊維混合補強土部会：短繊維混合補強土工法利用技術マニュアル改訂版（暫定）、2009.

RIVER LEVEE REINFORCEMENTS AGAINST EROSION (2)

Budget : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2006-2010

Research Team : Material and Geotechnical
Engineering Research
Group (Soil Mechanics and
Dynamics)

Author : SASAKI Tetsuya
MORI Hirotohi
SAITO Yukiko

Abstract : This research focuses on a river levee reinforcement using the short-fiber mixed stabilized soil using as covered soil against erosion. The soil consists of soil, short-fiber and cement stabilized agent, and has durability against erosion. A large scale experiment has been carried out to examine its performance against erosion. The result shows that the soil has applicability to use as the reinforcement. However, it still has several issues to solve, such as vegetation, flexibility against the settlement of river levees, air permeability and maintenance work.

Key words : river levee, erosion, countermeasure, short fiber, short-fiber mixed stabilized soil