

技術報文

ラブルネット積層工法の特性と災害復旧事例

(一財) 土木研究センター 土橋聖賢 辰井俊美 中根 淳

1. はじめに

袋型根固め工法は、合成繊維を使用した網状の袋材に割栗石等の中詰め材を充填した袋体を河川護岸等に用いる工法であり、河川護岸や橋脚の根固め工等に適用されている。

安定した素材および材料から構成される「袋材」と割栗石等の中詰め材を組み合わせた「袋体」を「ラブルネット(rubble : 割石 net : 網)」と呼称し、仮設道路の基盤工、工所用堰堤など仮設構造物等への適用のために、設計及び施工法を『「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアル』りとしてとりまとめた。

一方、我が国は、世界のマグニチュード6.0以上の地震の約2割が起こっているとされる地震多発国であり地震等による土砂災害に対しての備えが不可欠である。また、近年、大規模な水害が頻発しており、水害の激甚化、高頻度化がより顕著になることが懸念され、水害後の復旧に対する備えも必要とされる。このような、災害復旧に対して、安全で迅速な復旧作業への適用も増えてきており、さらなる適用拡大への期待も高まっている。

本報では、本来の利用目的である袋型根固め工やラブルネット積層工法の適用と材料特性・性能評価について紹介するとともに、災害の復旧において、ラブルネット積層工法が用いられた事例を紹介するものである。

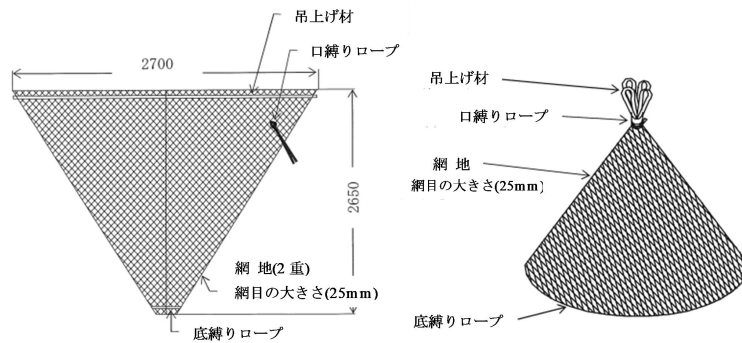
2. 袋型根固め工

袋型根固め工法は、合成繊維を使用した網状の袋材に、現地または仮置場において、中詰め材(玉石、割栗石、割石およびコンクリート塊等)を充填し、河川護岸や橋脚などの根固め工、法面保護工、天端保護工、海岸での波の影響が小さい箇所における根固め工等に用いるものである。

袋材は、利用用途に応じて、1t用、2t用、3t用、4t用、6t用、8t用の大きさがあり、1～4t用では50mmから人頭大程度の粒径、6t、8tは150mmから人頭大程度の粒径の中詰め材の充填に耐え得る構造特性、強さ特性、耐久性、耐燃焼性を有し、施工性に優れ、生態系等への配慮を行った材料である。

(一財) 土木研究センター(以下、「土木研究センター」)では、この「袋型根固め工法用袋材」について、平成6年より建設技術審査証明を実施している。

図-1に袋型根固め工用袋の形状及び写真-1に、根固め工としての適用例を示す。



(a) 中詰め材投入前の形状

(b) 中詰め材投入後の形状

図-1 袋型根固め工用袋材用袋の形状例



(a) 茨城県桜川市



(b) 福島県川俣町

写真-1 袋型根固め工法

3. ラブルネットの積層工法

「ラブルネット積層工法」は、「袋型根固め工法用袋材」に割栗石等を中詰めした「袋体」＝「ラブルネット」を、仮設の土留め構造物、路体構造物に利用する工法である。

最近では河川の根固め工以外にも、仮設道路の基盤工、工事用堰堤など仮設構造物への適用例が増加しているが、ラブルネットへの要求性能および仮設構造物としての設計法が明確に示されていないことなどの課題があった。土木研究センターでは、一般の仮設工事に対するラブルネットの適用において、求められる性能及び性能評価基準、さらに、それを用いた仮設工法としてのラブルネット積層工法の設計・施工標準をとりまとめ、「ラブルネット積層工法マニュアル検討委員会」（委員長 安原 一哉 茨城大学名誉教授）での審議を経て『「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアル』（以下、「設計・施工マニュアル」）を編集し出版した。

(1) 適用範囲

設計・施工マニュアルでは、ラブルネット積層工法は、土留め構造物や路体構造物において、①盛土高さ12m以下、②勾配1：0.3以下の緩い勾配としている。また、応急的な災害復旧に際しては、過去の事例や標準断面図等を参考にして適用できるとしている。表-1に施工事例を示す。

表-1 ラブルネット積層工法を利用した施工事例

用途		断面図	全景
土留め構造物	工事用道路		
	護岸工 仮設水路工		
道路路体工	工事用道路		
	工事用道路 (堰 堤)		
	工事用道路		
災害復旧工事	災害復旧		

土木研究センターでは、「袋型根固め工法用袋材」を用いた「ラブルネット積層工法」に適合した性能を確認する性能証明業務を実施しており、表-2に示す7製品について証明を行っている。性能評価項目のうち、網地と吊り上げについては、公的機関の証明書により確認を行い、袋体の強度として、①耐損傷性能、②圧縮強度特性、③吊上げ・吊下ろし性能、④耐衝撃性能については、土木研究センターで試験を行い、その性能を確認している。

表-2 性能証明を取得した製品一覧表

ラ袋性証番号	名称	品番	依頼者
第 1501 号	キョーワ式フィルターユニット エコグリーン	2t	キョーワ(株)
第 1502 号	エンドレスメッシュ	EW-2t	商建産資(株)
第 1503 号	エコサンクネット R 型	ESN-R2	大嘉産業(株)
第 1504 号	GB ユニット GBY エコタイプ	GBY-2BR	田 中(株)
第 1505 号	E-ユニット ES-タイプ	ES-2t	ナカダ 産業(株)
第 1506 号	ボトルユニット	FBU-20	前田工織(株)
第 1507 号	ボトルユニット	FBU-40	前田工織(株)

(2) ラブルネットの要求性能とその確認方法

ラブルネットは、ポリエステル繊維・ポリエチレン繊維等の合成繊維原糸を用いて編織されたラッセル網や無結節網の網地、および吊上げ材（合成繊維ロープ）から構成された袋材に、規定された中詰め材を充填した袋体を言い、中詰め材の充填量によって1、2、3、4t用の4タイプがある。表-3に袋体についての性能評価項目と性能規定値を示す。

表-3 袋体の性能評価項目と性能規定値

	項目	性能基準値	試験方法
強 度	耐損傷性能	吊上げ材、網地に亀裂がなく、中詰め材がこぼれださないこと	耐損傷性試験
	圧縮強度特性	盛土高さ12mに相当する荷重下でも安定な圧縮強さを有すること	耐圧縮試験
	吊上げ・吊下ろし性能	吊上げ材、網地に亀裂がなく、中詰め材がこぼれださないこと	吊上げ・吊下ろし試験「袋型根固め工法用袋材の建設技術審査証明」
	耐衝撃性能	中詰め材がこぼれださず、吊り上げ可能なこと	落下試験「袋型根固め工法用袋材の建設技術審査証明」

a) 耐損傷性能

ラブルネットは、施工時の建設機械の転圧や積層体上の工事車両の走行等による衝撃や、袋材と中詰め材との接触・摩擦によって網地が破断、欠損することなく、袋体の安定が確保されなければならない。このため、実際の工事用道路において耐損傷性試験を実施し、十分な性能を有していることを確認した。

b) 圧縮強度特性

中詰め材を充填したラブルネットには、盛土高さ12mに相当する荷重状態に対して、ラブルネット自体が損傷や破壊することなく、安全な圧縮強度性能が求められる。このため、実大のラブルネットに対して圧縮特性試験（写真-2）を実施し、盛土高さ12m相当の積載荷重に対して、3倍以上の圧縮強さを有していることを確認した。

c) 吊上げ・吊下ろし性能

ラブルネットは、工事の進捗に伴い転用が求められ、複数回の吊上げ・吊下ろしやその際の衝撃等に対しても、袋材の破損や吊り材の破断が生じないことが求められる。

このため吊上げ・吊下ろし性能試験等（写真-3）により吊り上げ・吊下ろし性能を確認した。



写真-2 圧縮特性試験



写真-3 吊上げ・吊下ろし性能試験

d) 耐衝撃性能

ラブルネットは、工事中の衝撃等に対しても、袋材の破損や吊り材の破断が生じないことが求められる。このため落下試験により耐衝撃性を確認した。

e) その他の要求性能

ラブルネットは、中詰め材が抜け出さない網目寸法、袋体の吊上げに要求される吊上げ強度を満足する網地本数や、延焼性や燃焼時に有毒ガスを発生しないことが求められる。このため燃焼試験により耐燃焼性等の性能を確認した。

4. ラブルネットの災害復旧への適用事例

袋型根固め工用袋材は、緊急時の水防資材などへの利用もされており、近年の水害や土砂災害に対して、道路や堤防の復旧のためにラブルネット積層工法を適用する事例が増えてきている。

設計・施工マニュアルでは、緊急を要する応急復旧仮設工事等にあつては、時間的な制約から構造物の安定性を詳細に検討することは難しいため、設計・施工マニュアルの参考資料に掲載している「標準断面図」を参考にして適用できるものとしている。

ラブルネットは、合繊繊維の網の中に割栗石などを充填していることから、①水環境への提供が可能、②透水性・排水性が高い、③地盤の不陸や変動への追従性が高い、④積み重ね及び転用が可能、⑤機械により崩壊場所への施工が可能 などの特徴を有しており、設計・施工マニユア

ルでは、設計計算例として、2.0 m/sの流速における安定計算が示されている。¹⁾

本章では、ラブルネットの災害復旧やそれに伴い適用した事例について紹介を行う。

(1) 豪雨により崩壊したのり面の復旧

豪雨により崩壊した法面を、ラブルネットによって応急復旧したもので、2 t用のラブルネット1,000袋を利用している。湧水による影響もあることからラブルネットの適用となった事例(写真-4)。



(a)復旧前状況



(b)復旧後状況

写真-4 崩壊のり面の復旧事例

(2) 河川災害復旧工事への適用事例

大雨により護岸が被災したため、ラブルネット積層工法により仮復旧を行った。2 t用のラブルネット162袋を利用している(写真-5)。



写真-5 河川災害復旧事例

(3) 階段護岸の復旧のための作業ヤードへの適用

台風により被災した、海岸階段護岸復旧工の作業ヤードや土留め及び足場に適用した事例。2 t用を150袋使用して、作業ヤード等の基盤とした(写真-6)。



写真-6 ラブルネット積層工法を用いた海岸階段護岸復旧工事での基盤としての適用事例

5. まとめ

袋型根固め工用の袋材は、本来の目的である袋型根固め工として、広く普及しており、性能評価された材料として、その取扱いの容易さや施工の迅速性、再利用(転用)性という特性から、仮設盛土等への適用もされている。また、災害復旧時の基盤材等への適用も増えてきており、今後も工事の合理化に普及・発展に寄与するものと期待している。

また、耐候性大型土のうなど、他の土木用材料との組合せ等により、仮設への利用や災害復旧事業等の工事の安全と合理化を図るための用途展開が望まれる(写真-7)。



写真-7 耐候性大型土のうとの組合せによる災害復旧事例

謝 辞

今回の原稿編集に当たっては、「ラブルネット積層工法研究会」（キョーワ㈱，商建産資㈱，大嘉産業㈱，㈱田中，ナカダ産業㈱，前田工織㈱）の皆様には感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) (一財) 土木研究センター：「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアル,2015.
- 2) 堀内晴生、辰井俊美、了戒公利：「袋型根固め工法用袋材」の仮設土留め・路体構造物への適用 ～「ラブルネット積層工法」設計・施工マニュアル～ 、土木技術資料、Vol.58-2、pp.58-61、2016.