

「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル

堀内晴生* 辰井俊美** 了戒公利***

嘉産業(株)、日建工学(株)、萩原工業(株)、前田工織(株)、森下化学工業(株)の協力を得て、一般の仮設工事における「耐候性大型土のう」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土のう積層工法の設計・施工標準をとりまとめ、「耐候性大型土のう基準検討委員会」(委員長 安原一哉 茨城大学名誉教授)での審議を経て『「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル』を編集した。

1. はじめに

土木研究センターでは、「耐候性大型土のう」を仮設土留め工や仮護岸工、仮締切工等の仮設工事に適用する際の設計・施工法をとりまとめた『「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル』を平成24年3月に発行した。同マニュアルでは、耐候性大型土のうを用いた仮設工の設計・施工法とともに、構造体として耐候性大型土のうに求められる性能や緊急を要する応急工事等への適用について記載した。本報では耐候性大型土のうの試験法を含めて、同マニュアルの紹介を行う。

2. 背景

土のうは、土砂を布袋の中に詰めるだけで水や土砂の移動を簡便に妨げることから、以前より水害時の応急対策や小規模な土留めに広く用いられて、近年では油圧ショベル等により土砂の投入・運搬を行う大型の土のう(容量 1m^3)も使用されるようになった。この「大型土のう」は、当初、穀物等の粉体の輸送を目的としたフレキシブルコンテナを土のう仕様に設定したもので、土木用資材としては耐候性、最大充てん質量(10kN)、不明確な設置基準などの課題があった。

平成18年3月、(社)全国防災協会から『災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン』が発行され、災害時の応急仮工事への適用を対象として、「耐候性大型土のう」の性能や施工上の留意点が示された。同ガイドラインで規定された「耐候性大型土のう」は、災害復旧事業等での応急仮工事の安全性の向上、工期短縮、コストダウンに大きく寄与した。これにより「耐候性大型土のう」は、ガイドラインの適用範囲の範疇を超え、応急仮工事に限らず、通常の仮設工事でも適用されるようになってきた。

上記のような状況にあって、当センターでは、耐候性大型土のうメーカー6社(キョーワ(株)、大



(a)従来型製品



(b)「耐候性大型土のう」

写真-1 施工後3ヶ月経過後の状況

3. 耐候性大型土のう

「耐候性大型土のう」は、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリエチレン等の原料を用いて製造された生地によって、容量 1m^3 、最大充てん質量20kNの袋状に縫製された耐候性を有する土木用の大型土のうである。

耐候性大型土のうは、土留めや護岸工、締切工の仮設構造物に用いられる際には、次のような要求性能を有している必要がある。

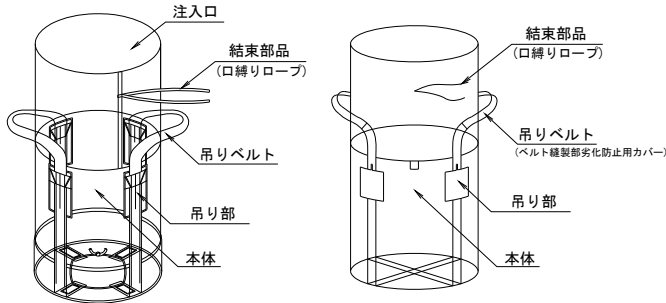


図-1 「耐候性大型土のう」の概観例

① 強度と形状保持性

中詰め材を充てんした耐候性大型土のうには、盛土高さ8mに相当する荷重状態に対して、土のう自体が損傷や破壊することなく、一定の形状を保持している性能が求められる。また、吊上げ材は、施工時の安全性を確保するために十分な強度を有していることが必要である。



写真-2 圧縮強度特性性能試験

写真-3 定荷重下状態での耐候性試験

② 耐久性

河川の護岸工事や仮締切工事では、数か月～1年未満の工事期間が一般的であるが、大規模な仮設工事等においては2～3年程度の工事期間になることがある。この間に用いられた土のうは、工事終了後に撤去されるため、工事期間中の安全とともに、工期終了時でも取り扱いが可能な強度を有するだけの耐久性が求められる。

本マニュアルでは、耐候性大型土のうの耐久性については、短期仮設対応（耐用年数1年）と長期仮設対応（同3年）の製品仕様を対象とした。

③ 摩擦特性

耐候性大型土のうによる積層構造物は、作用する土圧や水圧等の外力に対し、土のうの重量に起

因する摩擦力（土のう間、及び土のうと基礎地盤との間）で抵抗する構造である。このために積層された袋体には、構造体の安定に必要な摩擦抵抗を有していることが求められる。

④ 施工性

耐候性大型土のうは、工事の進捗に伴い転用されることがある。このため複数回の吊上げ・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だけの強度や耐衝撃性等の施工性を有していることが必要である。



写真-4 実大摩擦特性確認試験



写真-5 吊上げ・吊下ろし特性性能試験

⑤ その他の要求性能

土のうは、土留め構造物への適用の場合には背面からの浸入水を速やかに排除するための排水・透水性が求められる。また、河川等への適用に際しては、水位変動等に速やかに追従できるよう河床材料と同等程度の透水性と有害物質を溶出しない耐環境性を有していることが求められる。

4. 設計・施工マニュアルの概要

本設計・施工マニュアルは、耐候性大型土のうを仮設土留め構造物や仮護岸工等に適用する際の性能を規定化し、これを用いた仮設構造物の計画、調査、設計および、その設計条件を満たすための施工法について、基本的な考え方および具体的な方法を記述している。本マニュアルの目次構成を以下に示す。

- 第1章 総説
- 第2章 「耐候性大型土のう」の性能
- 第3章 計画・調査
- 第4章 設計
- 第5章 施工
- 付属資料-1～6

4.1 第1章 総説

第1章では、本マニュアルの適用範囲及び「耐候性大型土のう」および積層工法の定義を示して

土研センター

いる。

本マニュアルは、耐用年数3年未満で、上載盛土を含め盛土高さ8m程度まで、かつ1:0.5より緩い勾配の範囲の仮設土留め構造物及び仮護岸工、並びに河川の流速が緩やかな箇所堰堤高さ3mまでの仮締切工を対象に（図-2, 3, 4）、その計画、調査、設計および施工を適用範囲としている。

なお、緊急を要する応急復旧仮工事等にあつては、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、付属資料-2「標準断面図集」を参考にして適用できるものとしている。

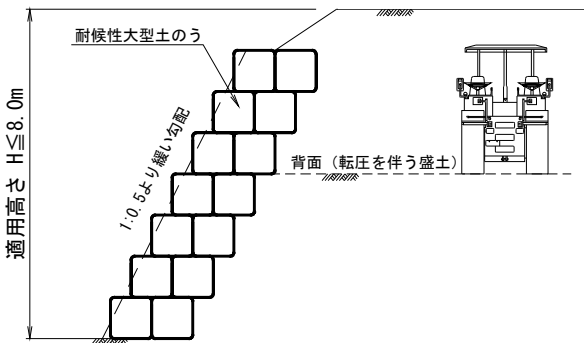


図-2 仮設土留め構造物

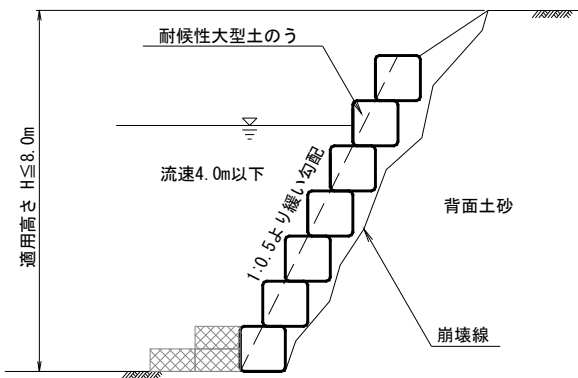


図-3 仮護岸工

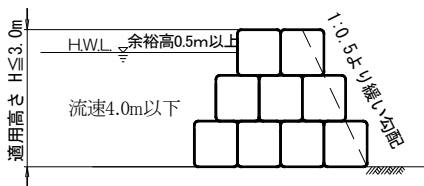


図-4 仮締切工

4.2 第2章 「耐候性大型土のう」の性能

第2章では、使用する材料（生地、吊上げ材）、中詰め材（土砂）及び袋材に中詰め材料を充填し

た袋体に要求される性能の基本的な考え方、性能基準値、確認試験方法、品質管理等について記述している。また、耐候性大型土のうを用いた構造物に要求される性能について、基本的な考え方を述べている。

表-1に、耐候性大型土のうに使用する材料（生地、吊上げ材）、中詰め材料を充填した袋体に要求される性能評価項目とその性能規定値を示す。

表-1 性能評価項目と性能規定値

項目		評価内容		性能規定値	
材料に要求される性能 〔生地〕	初期強度 変形特性	初期引張強さ	強度	袋材 たて※ N/cm以上 よこ※ N/cm以上	
		縫製※		N/cm以上	
		初期伸度	伸び率	たて 35%未満 よこ 30%未満	
	耐久性	耐候性	強度	たて 240 N/cm 以上 よこ 240 N/cm 以上	
		定荷重下状態 の耐候性試験	強度	縫製	240 N/cm 以上
				よこ	160 N/cm 以上
		耐薬品性	強度	H ₂ SO ₄ (pH2)	240 N/cm 以上
				NaOH (pH12)	240 N/cm 以上
				NaCl	240 N/cm 以上
	耐熱性	強度	240 N/cm 以上		
耐寒性	強度	240 N/cm 以上			
耐環境性	溶出試験	溶出・生態	有害物質を溶出しないこと		
排水・透水性	開孔径	O95	1.0mm 程度以下		
	透水性	透水係数	1.0×10 ⁻² cm/s以上		
材料に要求される性能 〔吊りベルト材〕	初期引張強度	引張強さ	強度	※ kN/本以上	
	耐久性	耐候性	強度	30 kN/本以上(4点吊り)	
		耐熱性		30 kN/本以上(4点吊り)	
		耐寒性		30 kN/本以上(4点吊り)	
土のうに要求される性能 〔袋体〕	圧縮強度特性	圧縮強度	袋体と袋体	200 kN/m ² 以上	
			土と袋体	摩擦係数：礫質土 0.5 以上 砂質土 0.5 以上 粘性土 0.5 以上	
	摩擦特性	摩擦係数	袋体と袋体	摩擦係数：礫質土 0.6 以上 砂質土 0.5 以上 粘性土 0.4 以上	
			土と袋体	摩擦係数：礫質土 0.6 以上 砂質土 0.5 以上 粘性土 0.4 以上	
	吊上げ・吊下ろし特性	損傷の有無	所定の繰返し回数(10回)後に吊上げ材、生地の亀裂・損傷等により、中詰め材がこぼれださないこと		
衝撃落下特性 (耐衝撃性)	損傷の有無	所定の落下回数(3回)後に生地の亀裂・損傷等により、中詰め材がこぼれださないこと			
形状保持特性	形状寸法	形状(高さ、直径)が満足されること 直径1.1m±6% 高さ1.0m±6%			

注) ※の項目は製造会社における本製品の規格値を適用

4.3 第3章 計画・調査

「耐候性大型土のう積層工法」を適用する場合には、合理的かつ経済的な計画・設計・施工・維持管理を行うための、計画・調査に対する基本的な考え方を述べている。

4.4 第4章 設計

「耐候性大型土のう積層工法」の設計に当たっては、原則として、想定される作用に対して要求性能を満足することを照査することとし、設計法

に係わる基本方針、要求性能に係わる照査内容（設計に用いる荷重（自重，載荷重，土圧等）、土の設計諸定数）および照査方法に対する基本的な考え方や留意事項について記述している。

設計検討では、内的安定、外的安定及び支持地盤を含む全体の安定について照査し、基礎工や天端処理等の構造細目について設計を行う。内的安定では、袋体の圧縮耐力が構造体を構築する袋体に作用する作用力（鉛直応力）に対して安全であることを照査する。外的安定では、①滑動の検討として、土のう間、土のうと裏込め材あるいは基礎地盤との間のすべりに対し、②転倒の検討では、構造体の前方への転倒に対し、③支持力の検討では、基礎地盤の許容鉛直支持力度に対して安定しているかを照査する。

また、全体安定では、地盤を含む全体としての変状・破壊モードに対して、安定していることを照査する。

4.5 第5章 施工

耐候性大型土のうの施工にあたって、設計に用いられた諸条件が満たされるよう、また、設計図書に示されている形状および品質が満たされるよう、施工法に係わる基本的な考え方や留意事項について記述している。

4.6 付属資料

付属資料としては、設計計算例のほか、緊急を要する応急復旧仮工事等に適用する「標準断面図集」、施工例、耐候性大型土のうの性能を評価する性能評価試験の方法等について示している。

5. まとめ

土木工事の合理化と安全性の向上を図るために「耐候性大型土のう」の性能を明確にするとともに、その適用に当たっての考え方を整理した。この材料は、その取扱いの容易さや施工の迅速性と

いう特性から、マニュアル発行後急速に普及し、工事の合理化に寄与している。

マニュアルに示した性能を満足する製品は、平成25年3月末現在12社18製品で、当センターのHPで性能証明取得製品の一覧を示している。

当センターでは、今後、「袋型根固め工法」との組み合わせによる災害復旧事業への適用など、工事の安全と合理化を図るための資材の開発・用途展開に努めていく予定である。



写真-6 袋型根固め工法用袋材

謝 辞

今回のマニュアルのとりまとめに当たっては、ご指導いただいた安原一哉委員長（茨城大学名誉教授）をはじめ、「耐候性大型土のう基準検討委員会」の委員の皆様、同技術部会の皆様に感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) (社) 全国防災協会：災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン、2006.3
- 2) (財) 土木研究センター：「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル、2012.3
- 3) (一財) 土木研究センターHP
<http://www.pwrc.or.jp/taikoudo/taikoudo.html>

堀内晴生*



一般財団法人土木研究センター
技術研究所地盤・施工研究部
次長
Haruki HORIUCHI

辰井俊美**



一般財団法人土木研究センター
技術研究所地盤・施工研究部
専門調査役
Toshimi TATSUI

了戒公利***



一般財団法人土木研究センター
技術研究所地盤・施工研究部長、
工博
Dr. Kimitoshi RYOKAI