

「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルの改訂

土橋聖賢・辰井俊美・了戒公利

1. はじめに

土木研究センターでは、平成24年3月に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』を発行した。同マニュアルでは、仮設工への適応に際して耐候性大型土のうに求められる性能や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、緊急を要する応急工事等への適用法について記載しており、現在活用されている。

今般、同本マニュアルが発刊され6年を経過したのを契機に、これまでの施工実績と研究成果を積極的に取り入れるとともに、実用性と安全性の向上を求める社会的ニーズに対応するための検討を行い、改訂版を発刊する運びとなった。

本報では、マニュアルにおいて、追加・変更した主な改訂内容の紹介を行う。

2. 背景

本マニュアルは、土木材料としての耐候性大型土のうの性能を規定するとともに、それを用いた「耐候性大型土のう積層工法」の設計・施工法をとりまとめたものである。本工法は、工期短縮とコストダウンを可能とする特徴などから、土木の仮設工事に広く用いられているとともに（写真-1）、緊急を要する応急工事等にも適用されている。



写真-1 工事用仮設道路への適用例

一方で、降雨への配慮不足や基礎の支持力不足等による被災事例（写真-2）も見受けられるなど、より安全で安定な構造体の構築が必要となっている。また、より一層の工期の短縮・コストダウンを図るため仮設工事の完了後に積層構造体の撤去等することなく、そのまま本設構造物に取込められる構造体の開発も求められている。

このような状況にあつて、当センターでは、同工法のより安全で安定な構造体の検討を行い、「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル改訂委員会（委員長：安原一哉/茨城大学名誉教授）での審議を経て、改訂版を発刊した。

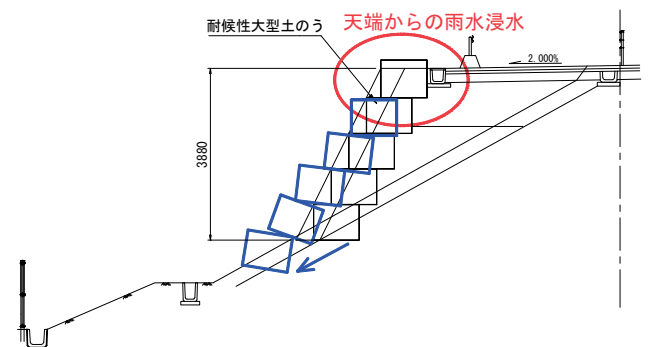


写真-2 雨水の浸透による基礎の支持力不足例

3. 改訂の概要

本マニュアル改訂では、①耐候性大型土のうの用語の定義、および②構造体としての安定性の向上について、主として検討が行われた。

用語の定義については、本マニュアルに規定する大型土のうの仕様を明確にし、従来から用いられている「1t用大型土のう」との性能の違いを明らかにし、材料選定において混乱しないよう記載した。

構造体の安定性に関しては、従来のマニュアルでは流水に接する仮護岸工・仮締切工の適用条件、設計に係る作用および抵抗、安定の照査方法が利用

者に誤解を招きかねないことから、これらについて明確に分かりやすく記述し直した。また、それと合わせて積層構造など構造細目等について留意点の追加を行った。主な改訂内容を表-1に示す。

表-1 主な改訂内容

第1章 適用の範囲	
・ 耐候性大型土のうの定義	⇒ 1t用大型土のう(従来品)との差別化
・ 護岸工・仮締切工の適用条件	⇒ 限界流速、積層形状の変更
第2章 「耐候性大型土のう積層工法」の性能	
	⇒ 用語等の修正
第3章 計画・調査	
	⇒ 用語等の修正
第4章 設計	
・ 作用および抵抗	⇒ 流速、摩擦係数の見直し
・ 構造物を含む全体安定の照査	⇒ 検討条件の変更、追加
・ 構造細目	⇒ 袋体の配置の見直し
第5章 施工	
・ 土のう積層工(袋体の設置)	⇒ 注意喚起を記載
付属資料	
・ 設計例	⇒ 構造物を含む全体安定の照査例を記載 ⇒ 試算条件の変更
・ 標準図集	⇒ 試算条件の見直し
・ 施工事例	⇒ 適用状態の見直し、事例の追加紹介
・ 流体力に対する限界流速の照査	⇒ 試算条件の見直し
・ 積算資料	⇒ 最新版に変更

4. 改訂の内容

4.1 「第1章 総説」の改訂内容

(1) 「大型土のう」の定義

耐候性大型土のうは、所定の原料(ポリプロピレン、ポリエステル、ポリエチレン等)を用いて製造された生地を袋状に縫製あるいは筒状に織りあげた大型の土のうである。本マニュアルでは「大型土のう」として、容量1m³(袋材製品寸法;直径1100mm、高さ1100mm程度)で最大充填重量が20kNの土木用の耐候性大型土のうを規定しており、従来から主として粉末や粒状物の荷物を保管・運搬するための1t用大型土のうとの仕様と性能の違いを明確にし、材料選定において混乱しないよう記載した(表-2)。

表-2 耐候性大型土のう、1t用大型土のうの仕様・性能

一般名称	耐候性大型土のう	1t用大型土のう
外観		
最大充填容量	1m ³	1m ³
袋製品寸法	φ1100mm×高さ1100mm	φ1100mm×高さ1100mm
最大充填重量	20kN	10kN
耐候性	1年または3年 JIS L 1096	2か月程度 JIS Z 1651
吊上げ材	安全係数S=6 (30kN/本;吊上げ材本数n=4) (15kN/本;吊上げ材本数n=8)	定まっていない
耐荷重	圧縮耐力200kN/m ² (積層段数:8段)	定まっていない

(2) 仮護岸工・仮締切工の適用条件の変更

従来のマニュアルでは、仮護岸工・仮締切工の適用に対しては、掃流流速が耐候性大型土のう単体の場合2.0m/s、土のうを連結した群体の場合4.0m/sであり、限界流速を群体の4.0m/sとしていた(図-1)。

今回の改訂では、河床と土のうとの摩擦係数を厳しく制限(0.6→0.4)するとともに(表-3)、連結体の施工の不確実性を勘案し、土のう単体の限界流速2.0m/sを適用限界とした。その上でやむを得ずより速い流速の箇所で使用する場合には、根固め工の併用や連結等の流速に対する適切な安定対策を講じることを求めることとした。

限界流速に対する試算

- ◆ 天端幅 2列 → 3列に変更
- ◆ 近接流速 1.5m/s → 2.0m/sに変更
- ◆ 中詰め材の単位体積重量 17 → 15kN/m³に変更
- ◆ 河床と土のうの摩擦係数 0.6 → 0.4に変更
- ・ 土のう単体に対する掃流流速 Vd=2.04~2.88 m/s
- ・ 群体(連結体)に対する掃流流速 Vd=4.20~5.94 m/s

※ 連結の不確実性を考慮した限界流速 4.0m/s(群体) ⇒ 2.0m/s(単体)

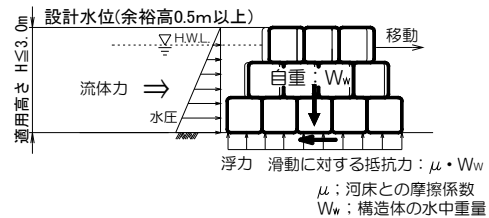
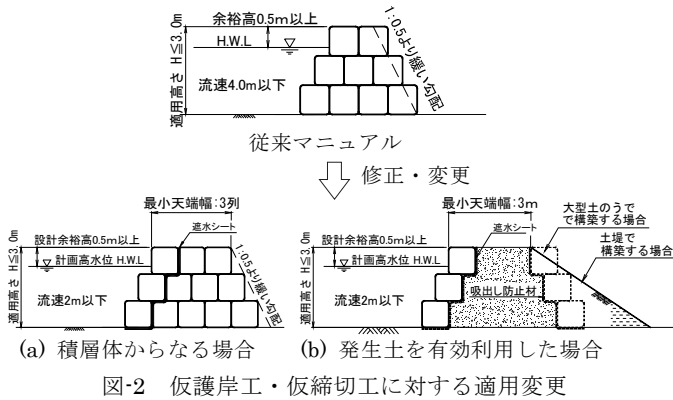


図-1 流体力に対する限界流速の試算条件

また、積層体からなる躯体の最小天端幅についても2列から3列に変更し、安全性への向上に配慮した(図-2(a))。さらに、発生土の有効利用を図るため、発生土を締切堤の内部に使用した場合の構造例を示すとともに、その際の最小天端幅は3mと規定した(図-2(b))。



4.2 「第4章 設計」の改訂内容

(1) 設計に用いる荷重

流体力を考慮する必要がある河川等に適用する場合の設計水位の考え方は、従来のマニュアルでは資料編のみに記載していたが、改訂版では、本文にも記述した。流体力（流速）を考慮する時の設計水位は、図-3に示すように計画高水位(H.W.L.)に余裕高0.5mを含めるものとしている。

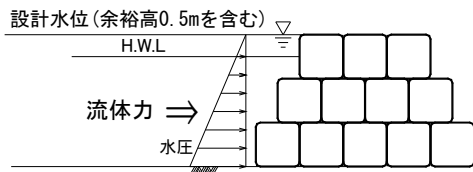


図-3 流体力に対する設計水位の考え方

(2) 外的安定性の照査

1) 滑動に対する摩擦係数の見直し

仮護岸工および仮締切工における河床と袋体の摩擦係数は、土質に応じて定めることとしていたが、今回の改訂では水位下に位置する場合があることを考慮し、より滑動に対する安定性を確保するため、表-3に示すように河床と袋体との摩擦係数は0.4を用いることとした。

表-3 滑動に対する安定検討に用いる摩擦係数

適用	対象部位	設計に用いる摩擦係数	
仮設土留め構造物	袋体と袋体との摩擦係数	0.5	
	土と袋体との摩擦係数	礫質土	0.6
		砂質土	0.5
		粘性土	0.4
仮締切工および仮護岸工	河床と袋体との摩擦係数	0.4	

2) 構造体を含む全体安定の照査方法

i) 照査すべき盛土高の変更

従来のマニュアルでは、不飽和土である盛土材料には見かけの粘着力が見込まれることなどから、盛土高8m未満での適用に関しては、一般に安定は

確保されているものとして照査を省くことができるものとしていた。

しかし、仮設構造物を計画する際の盛土材料や基礎地盤に係る調査結果や物性値の情報等に乏しいこともあり、盛土高さが5mを超える場合には、背面盛土および基礎地盤を含めた円弧すべりに対する安定性を照査 ($F_s \geq 1.05$) することとし、安全性への向上に配慮した。

ii) 斜面上に立地する構造体の照査

斜面上に構造体を設ける場合は、基礎を含む斜面破壊（図-4(a)）に加えて、基礎の後端を通る斜面破壊（図-4(b)）を生じることがある。そのため、斜面上に立地する斜面基礎の安定性照査を行うとともに、図-4に示すように1.0m以上の水平根入れ長を確保することとした。

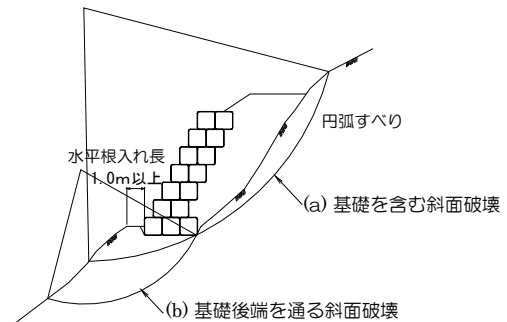


図-4 斜面上のすべり面に対する安定の照査例

(3) 構造細目

1) 排水工

排水工に関しては、過去の施工事例や聞き取り調査等を踏まえ、仮設構造物の用途に即した排水工の図例に改め、用途や立地条件、壁高、構造などに応じて適切な排水設備を設けることとした（図-5）。

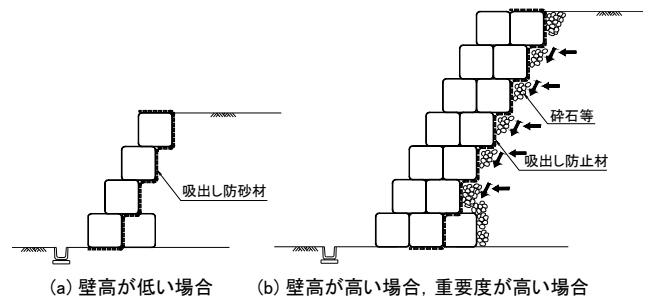


図-5 土留め構造物に対する排水工の例

2) 基礎部の配置形状

支持力不足による不安定化を低減し、構造体の安定性の向上を図るため、基礎部の配置形状について新たに配置仕様を定めた。基礎地盤に作用する地盤反力を低減させるために、最下段に設置される大

型土のうの配置は、設計で安定性が確保される底版幅に袋体1袋分の余裕幅を持たせた配置とすることを原則とした。ただし、盛土高が低い場合や堅硬な基礎地盤上に構築する場合にはこの限りではない。なお、最下段に余分に配置した袋体1袋分は安定検討には考慮しないものとしている（図-6）。

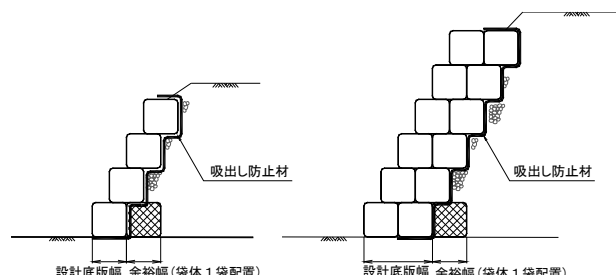


図-6 構造体基礎部の断面形状

3) 壁高の高い構造体の積層構造

壁高5mを超えるような比較的壁高の高い構造体の場合について、次のように袋体の転倒、圧縮沈下に対する注意点や排水等に対する留意点を示した。

大型土のうを使用した積層構造体では、実際には個々の袋体の高さや形状が異なること、空隙部を伴って不陸を有する積層面上に積層されること、中詰め材料の種類によっては積層高が高くなると自重等によって圧縮沈下を伴うことなどから個々の袋体および積層構造体全体は不安定となりやすい。そのため、壁高が高い場合の構造体の安定性が損なわれないよう、中詰め材料に透水性の高い良質土を用いるなどにより、袋体の転倒、圧縮沈下や、袋体内および背面からの排水等に対する対策を講じることが望ましい。

4.3 「第5章 施工」の改訂内容

袋体の吊上げ時は、吊具等によって吊りベルトを損傷させないように図-7に示すようにスリングベルト等を使用することを原則とした。

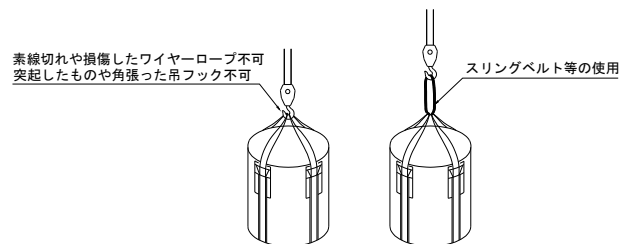


図-7 袋体の吊り方法

4.4 「付属資料」の改訂内容

付属資料については、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」、施工事例、積算資料に関して、改訂内容に沿った試算条件や資料に改めている。

5. まとめ

「耐候性大型土のう」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。

今回、安全性の向上を図るために「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルの改訂を行ったものであり、本マニュアルが現場において利用され、より合理的な利用に寄与することを期待するものである。

謝 辞

今回のマニュアルのとりまとめに当たって、ご指導いただいた「耐候性大型土のう積層工法」設計施工マニュアル改訂委員会の安原一哉委員長（茨城大学名誉教授）をはじめ、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) (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
- 2) (一財) 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 [改訂版]、2017.10
- 3) (一財) 土木研究センターHP
<http://www.pwrc.or.jp/taikoudo/taikoudo.html>

土橋聖賢



(一財) 土木研究センター技術研究所
地盤・施工研究部 主任研究員
Kiyomasa DOBASHI

辰井俊美



(一財) 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

丁戒公利



(一財) 土木研究センター技術研究所
軟弱地盤総合研究所長、工博
Dr. Kimitoshi RYOKAI