

Ⅰ-4 施工管理、点検・維持管理

Ⅰ-4.1	浜崖後退抑止工の施工管理	Ⅰ-4-2
Ⅰ-4.2	サンドパックの充填率管理	Ⅰ-4-4
Ⅰ-4.3	袋材の品質管理	Ⅰ-4-9
Ⅰ-4.4	施工時の留意事項	Ⅰ-4-12
Ⅰ-4.5	施工計画	Ⅰ-4-19
Ⅰ-4.6	点検・維持管理・応急復旧	Ⅰ-4-33
Ⅰ-4.7	維持管理計画	Ⅰ-4-35
Ⅰ-4.8	袋材劣化の点検と健全度	Ⅰ-4-38
Ⅰ-4.9	補修、撤去・更新	Ⅰ-4-48

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4.1 浜崖後退抑止工の施工管理

浜崖後退抑止工は、図 I-4.1.1 のフローで施工される。施工にあたっては、各節目で以下の項目について管理することを標準とする。

- (1) サンドバック積層体法線、表法
- (2) サンドバック積層体の根入れ・地盤低下対策工
- (3) サンドバックの出来形（充填率（高さ・幅）、突合せ・端部処理、袋材状況）
- (4) 背面養浜盛土、袋材の状況
- (5) 覆土養浜、袋材の状況

その他、納入される袋材等の品質管理についても確認する。

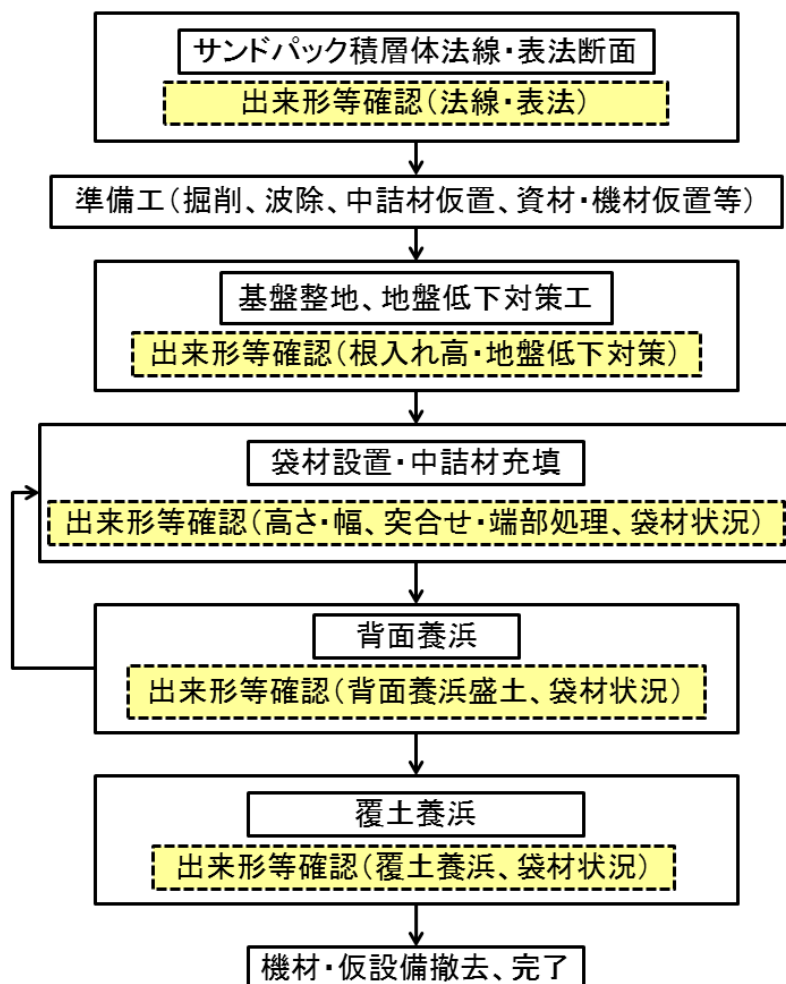


図 I-4.1.1 浜崖後退抑止工の施工管理フロー

解 説

(1) 浜崖後退抑止工の法線が計画したものを満足することを現場の丁張等で確認する。この際、サンドバック積層体の天端高が現地のバーム高程度であることや汀線際から見た背後の景観が許容できないものでないことも確認しておくことが重要である。

(2) 掘削・整地後の地盤高が根入れ高であることを確認する。地盤低下対策工を施工する場合には地盤低下対策工が設計通り設置されていることを確認する。

(3) サンドバックの充填率は、重量、移動限界性能を左右する重要な指標である。出来形が、メーカーが責任を持って設定する施工許容範囲内であることを計測して確認する。充填率を直接計測することは難しいので、サンドバックの施工後の高さと幅を計測して施工許容範囲内であることを確認する。

なお、サンドバックは厳密な精度を要求することが適するものではない。例えば、天端高に数cm以内の均一性を要求する等過度に精度を追及することはサンドバックの長所を損なうおそれがあることに留意する必要がある。

また、サンドバックメーカーは、袋材の性能が保証されるよう強度等品質の管理方法を定めねばならない。発注者は、納入される袋材が性能を満足する品質管理がなされていることを確認する必要がある。

(4) 背面養浜盛土の出来形を確認する。養浜盛土を行う際にサンドバック袋材に損傷を与えていないことを確認する。

(5) 覆土養浜の出来形を確認する。養浜盛土を行う際にサンドバック袋材に損傷を与えていないことを確認する。

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4.2 サンドバックの充填率管理

サンドバックメーカーはサンドバック周長毎に自ら入念な施工実験を行い、袋材の伸びや施工のバラツキを考慮し、図 I-4.2.1 に例示する目標高さと充填率許容範囲を満足する施工許容範囲を設定しなければならない。

施行者・発注者等は、施工中・施工後のサンドバックの高さと幅を計測して図 I-4.2.1 に例示する高さ・幅図にプロットすることにより、サンドバックの充填率が施工許容範囲を満足するよう施工し確認することを標準とする。

施工後の高さについては、含水比の低下に応じてある程度減少することにも留意して、施工後の脱水が落ち着いた時点で計測することを標準とする。

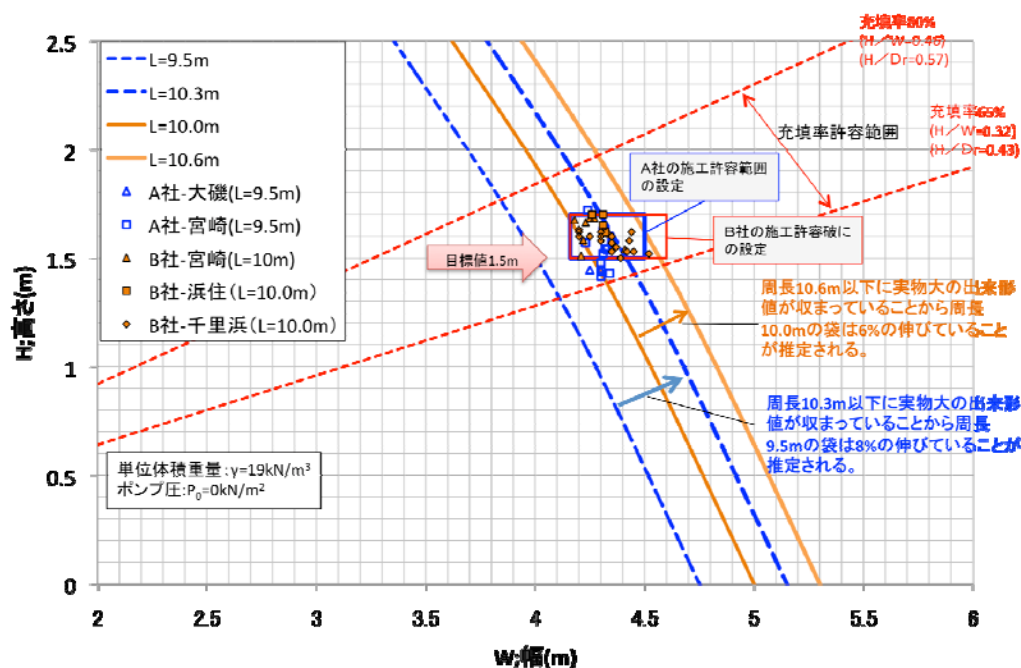


図 I-4.2.1 施工実験に基づくサンドバックの高さ H と幅 B の施工許容値の設定例

解 説

(1) 充填率管理の必要性

I-2 の「浜崖後退抑止工の照査」において、波浪に対する安定性の観点で最適となる完成後の充填率は内部転動に対する抵抗力と滑動に対する抵抗力から推定でき、周長 10m のサンドバックではこれが概ね 76～77% 程度となることを示した（図 I-4.2.2 に再掲）。また、袋材に作用する張力は充填率が上昇するほど大きくなることから充填率には上限（80%）も必要である。そのため、浜崖後退抑止工を施工するにあたっては、使用するサンドバック一つ一つの充填率管理を適切に実施することが必要となるが、サンドポンプを用いて中詰め材を充填する際にはポンプによる圧力が加わりサンドバックの断面が大きくなるので、正確な充填率を把握しながら施工することは難しい。そのため、本マニュアルで

は必要な性能を満足できる範囲で充填率にある程度の許容範囲（充填率許容範囲）をもたせて、その範囲内の充填率が達成できればいいものとした。性能を発揮するための充填率許容範囲は、I-2でも述べたとおり 65～80%とする。施工管理においてはこの範囲内で性能を効率よく発揮できる 76～77%を目指すことが重要である。

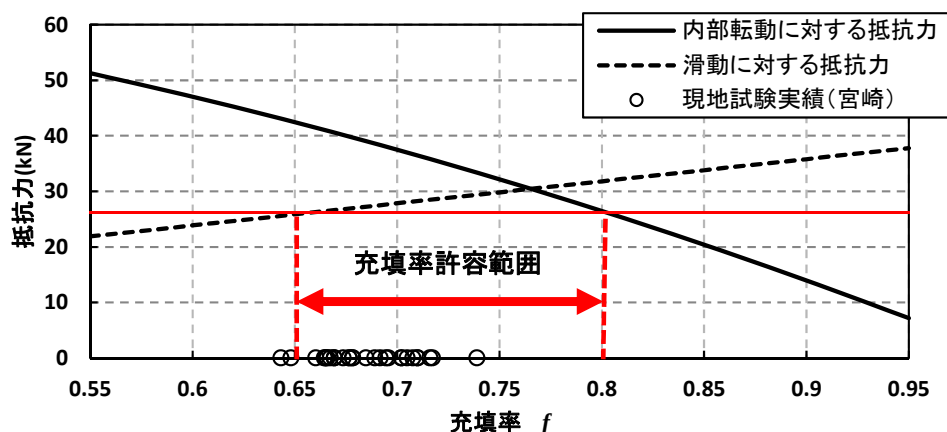


図 I-4.2.2 内部転動および滑動に対する抵抗力と充填率の関係
($L:10\text{m}$, $\gamma:15\text{kN/m}^3$, $\gamma_w:10\text{kN/m}^3$, $\tan/m$ よび滑動に対する $s_g:0.5$ で計算)

(2) サンドバックの高さ H 、幅 B による充填率管理

サンドバックの充填率は、既に I-2 で示したように断面積比で定義されるものであるが、実際の施工時および施工後にサンドバックの断面積を計測することは容易ではない。一方で Namias¹⁾等理論を解いた形状をもとに、袋材の周長 L を定めてサンドバックの高さと幅と充填率の関係を調べると、現地試験等で施工したサンドバックの出来形は図 I-4.2.1 のとおり理論形状と良い相関関係を示す。この際、I-2 で述べたとおり楕円を仮定すると充填率の誤差が無視できないほど大きくなるため、必ず Namias¹⁾等の形状に基づく充填率算定を行わねばならない。なお図 I-4.2.1 に示す通り、実際のサンドバックでは Namias¹⁾等の理論では考えていない袋材の伸びが起こる。現地実験では A 社の袋材で最大 8% の伸びが、B 社の袋材では最大 6% の伸びが確認できた。これらを考慮するため、サンドバックメーカーは、入念な実物大施工実験を行い袋材の伸び特性を把握して高さ・幅の出来形の許容範囲すなわち施工許容範囲を定めねばならない。

Namias の式¹⁾を解いて周長 $L=10\text{m}$ 、 9.5m について、図 I-4.2.3 にサンドバックの充填率と高さ H の関係を、図 I-4.2.4 に充填率と幅 B 及び底面幅 b の関係を示す。図 I-4.2.5 には、充填率と高さ H / 幅 B の関係を示す。周長 L が 10m 、 9.5m であれば、これらの図を用いれば充填率許容範囲の高さと幅を推定することが可能である。実際には、袋材の伸びや充填の均一性の限界等から、図 I-4.2.1 に示したとおり理論値とは多少のズレが生じる。また、高さを目標値に近づけたいので 50cm もの許容幅を取ることは現実的でない。施工管理・出来高管理値としては高さで目標高（図 I-4.2.1 では $H=1.5\text{m}$ ）～目標+ 20cm

I-4 施工管理、点検・維持管理

程度を許容範囲とし、施工実験実績値で幅の施工許容範囲を定める（図 I-4.2.1 では A 社 4.2-4.5m、B 社 4.2-4.6m）ことが考えられる。

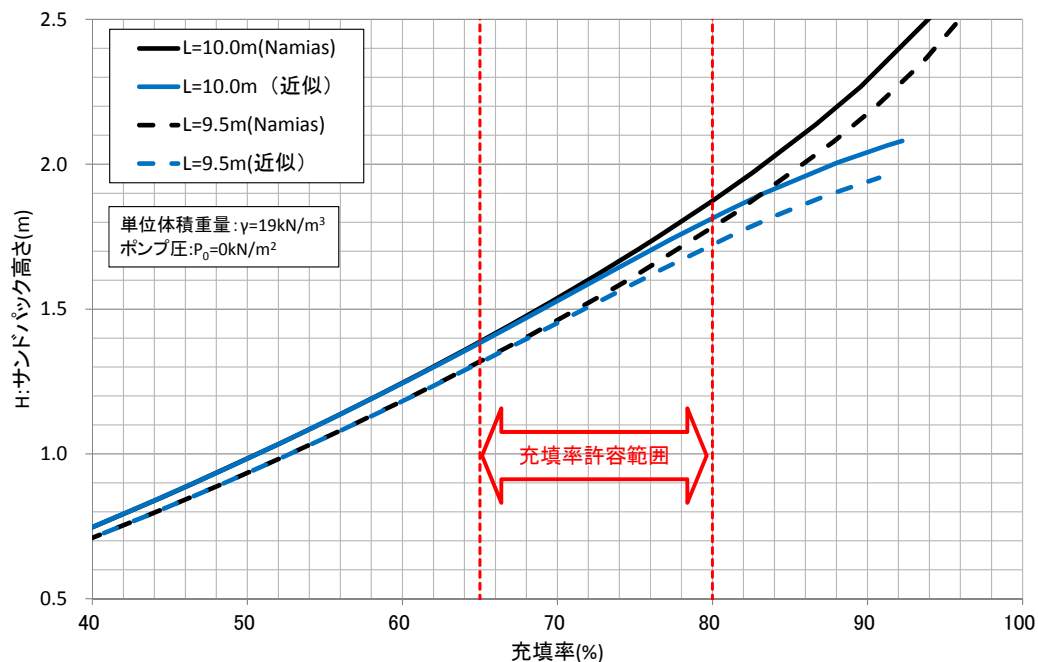


図 I-4.2.3 サンドパックの充填率と高さ H の関係 (L=10m、9.5m)

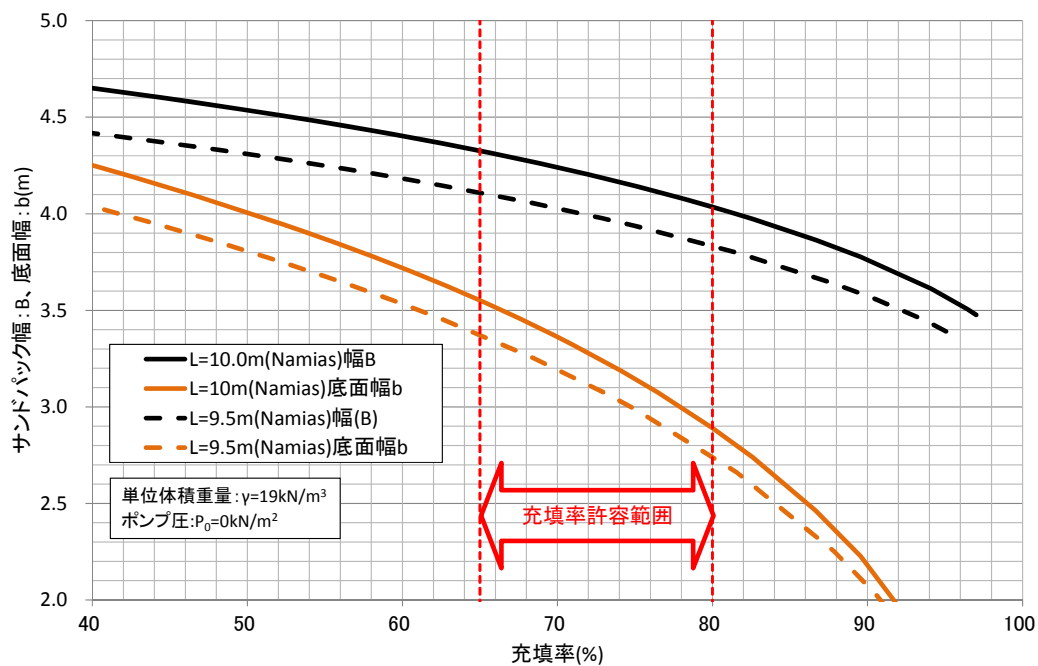


図 I-4.2.4 サンドパックの充填率と幅 B、底面幅 b の関係 (L=10m、9.5m)

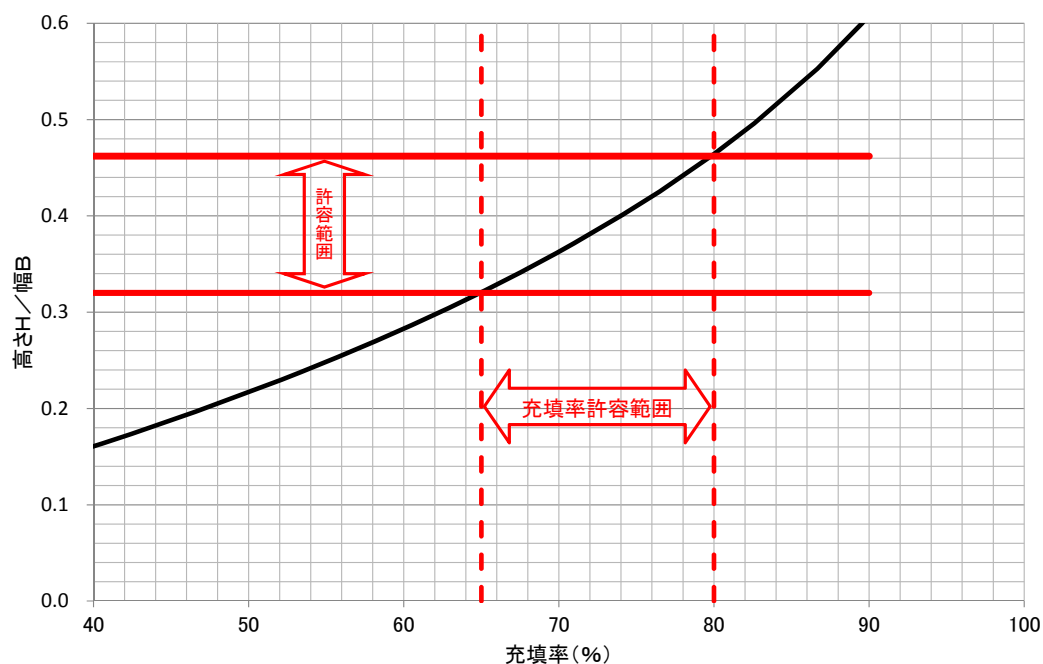


図 I-4.2.5 サンドパックスの充填率と高さH／幅Bの関係

(3) 施工後の含水比変化によるサンドパック高さの減少量

サンドパックの中詰材の充填時に水と混合してポンプ等により施工する場合、中詰材の含水比が一時的に飽和状態となった後、陸上に静置中に含水比が低下することでサンドパックの高さが低下するが、この低減量については Leshchinsky ら²⁾が提案した手法によって近似的に推定することができる。

$$\omega_0 = \frac{G_s - \frac{\gamma_{slurry}}{\gamma_w}}{G_s \left(\frac{\gamma_{soil}}{\gamma_w} - 1 \right)} \quad (4.1.1)$$

$$\omega_f = \frac{G_s - \frac{\gamma_{soil}}{\gamma_w}}{G_s \left(\frac{\gamma_{soil}}{\gamma_w} - 1 \right)} \quad (4.1.2)$$

I-4 施工管理、点検・維持管理

$$\frac{\Delta h}{h_0} = \frac{G_s(\omega_0 - \omega_f)}{1 + \omega_0 G_s} \quad (4.1.3)$$

ここで、 h_0 ：施工時の高さ、 Δh ：含水比の低下による高さ減少量、 ω_0 ：施工時の中詰め材の含水比、 ω_f ：中詰め材の設置後の含水比（自然含水比）、 G_s ：土粒子比重、 γ_{slurry} ：施工時の中詰め材の単位体積重量、 γ_{soil} ：設置後の中詰め材の単位体積重量、 γ_w ：水の単位体積重量である。

(4) 実施におけるばらつき

サンドバックの出来形は、サンドバックの高さと幅により管理を行う。図 I-4.2.6 に試験施工が実施された石川県羽咋押水海岸での出来形のばらつきをグラフにしたものを示す。出来形計測の結果から施工者別に出来形の平均値を出し、その値からの偏差として示したものである。

No.①～⑤について見ると、各サンドバックの延長方向の中心部では幅が大きくなり充填口がある南と北側で小さくなる傾向がある。高さに関しては、逆に中心部で小さくなる傾向がある。これらに留意して充填を行う必要がある。

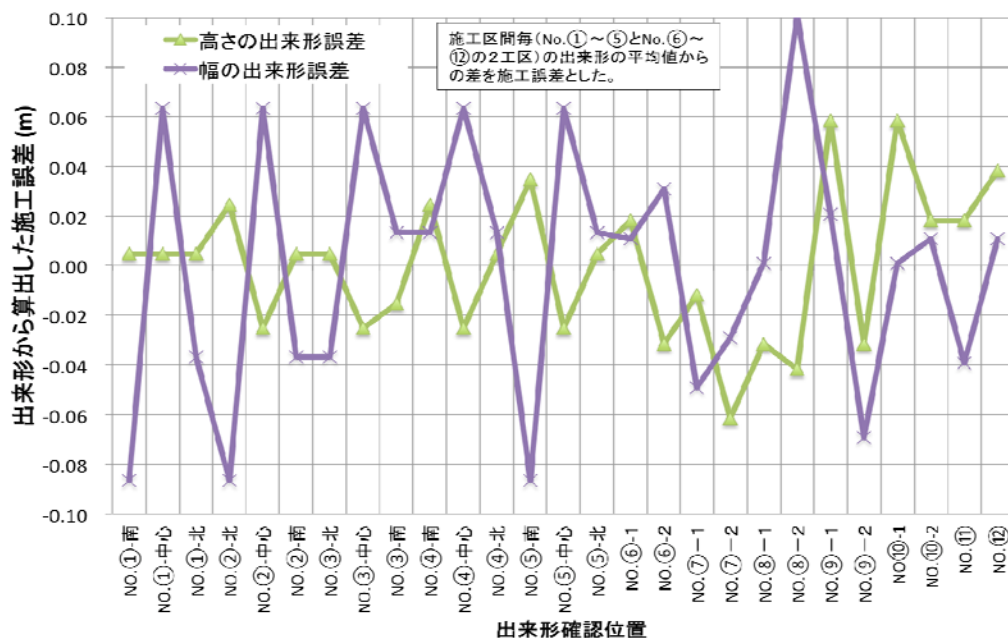


図 I-4.2.6 石川県千里浜で施工した際の出来形のばらつき

また、前項にも記述したようにサンドバックは、水分が抜けると体積が減少するので完成の検収は充填後 1 日以上放置し水が概ね抜けた状態で行うことが望ましい。

I-4.3 袋材の品質管理

サンドバックは、袋材の品質が耐久性に大きな影響を及ぼすことから性能を満足する品質管理が重要である。

サンドバック袋材の性能は、サンドバックメーカーが責任を持って試験を行い、結果を適切に整理して設定し明示することを標準とする。明示するにあたっては、公的機関による性能の審査を受けていることを標準とする。サンドバックメーカーは、袋材が設定する性能を必ず満足できるよう品質管理を行わねばならない。

発注者は、施工に先立ち納入される袋材が性能を満足するものであることを確認することを標準とする。確認にあたっては、袋材の製品作成過程が適切な品質管理システムで実施されていること、完成品の試験値が性能を満足していることの二点の確認が重要である。

解 説

(1) サンドバック袋材の性能設定と審査証明

サンドバック袋材の試験方法、試験結果に基づく性能の設定方法については、I-5 に示した。性能の設定にあたっては性能を過大評価することがないように設定することが重要である。袋材性能の審査は、技術審査証明制度を活用することが考えられる。本共同研究報告書は、技術審査証明に相当するものである。なお、共同研究参加メーカーであっても新製品を作った場合には技術審査証明を受ける必要がある。

(2) メーカーによる品質管理

メーカーによる袋材の品質管理は、1 ロット毎に実施される基布及び袋材縫合部等の強度試験結果を確認することにより行うことを標準とする。

国土交通省では ISO9000 シリーズによる品質管理が行われることを推奨している。これらを行っていれば上記の試験は当然行われているはずなので、発注者・施工者は試験結果表の提出を受けてこれを確認すればよい。

表 I-4.3.1~表 I-4.3.2 に品質証明書、試験成績書の事例を示す。

I-4 施工管理、点検・維持管理

表 I-4.3.1 品質証明書の事例

年 月 日 殿																									
品 質 証 明 書 A株式会社 〇〇県〇〇市〇〇町 TEL 1234-56-7890 「サンドパック用袋材〇〇」は下記の品質を有することを証明致します。 記 1. 納入商品 品名 サンドパック用袋材〇〇 品番 〇〇〇-〇〇-〇-〇〇 Lot △△-△△-△△ 2. 規 格 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">項 目</th> <th style="width: 20%;">規 格</th> <th style="width: 40%;">試験方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>厚 さ (mm)</td> <td>0.75 以上</td> <td></td> </tr> <tr> <td>質 量 (g/m²)</td> <td>2000 以上</td> <td></td> </tr> <tr> <td>初期 (kN/m) 周方向</td> <td>130 以上</td> <td>JIS L 1096 準用</td> </tr> <tr> <td>引張強度 (kN/m) 軸方向</td> <td>130 以上</td> <td>JIS L 1096 準用</td> </tr> <tr> <td>開孔径 (mm) (O₉₅)</td> <td>0.1 以下</td> <td>ASTM D 4751 準用</td> </tr> <tr> <td>透水係数 (cm/s)</td> <td>1.0×10⁻³</td> <td>JIS A 1218 準用</td> </tr> <tr> <td>摩擦係数 砂と袋材 袋材と袋材</td> <td>0.64 1.41</td> <td>JIS K 7125 準用</td> </tr> </tbody> </table> 3. 素 材 ポリエステル、ポリプロピレン 以上		項 目	規 格	試験方法	厚 さ (mm)	0.75 以上		質 量 (g/m ²)	2000 以上		初期 (kN/m) 周方向	130 以上	JIS L 1096 準用	引張強度 (kN/m) 軸方向	130 以上	JIS L 1096 準用	開孔径 (mm) (O ₉₅)	0.1 以下	ASTM D 4751 準用	透水係数 (cm/s)	1.0×10 ⁻³	JIS A 1218 準用	摩擦係数 砂と袋材 袋材と袋材	0.64 1.41	JIS K 7125 準用
項 目	規 格	試験方法																							
厚 さ (mm)	0.75 以上																								
質 量 (g/m ²)	2000 以上																								
初期 (kN/m) 周方向	130 以上	JIS L 1096 準用																							
引張強度 (kN/m) 軸方向	130 以上	JIS L 1096 準用																							
開孔径 (mm) (O ₉₅)	0.1 以下	ASTM D 4751 準用																							
透水係数 (cm/s)	1.0×10 ⁻³	JIS A 1218 準用																							
摩擦係数 砂と袋材 袋材と袋材	0.64 1.41	JIS K 7125 準用																							

表 I-4.3.2 試験成績書の事例

年 月 日																																										
殿 試 験 成 績 書 A株式会社 ○○県○○市○○町 TEL 1234-56-7890 品 名 : サンドバック用袋材○○ 品 番 : ○○○-○○-○-○○ Lot. No. : △△-△△-△△ 試 験 日 : 20○○.○○.○○ <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">承認</td> <td style="padding: 5px;">確認</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">項 目</th> <th style="width: 15%;">規 格</th> <th style="width: 15%;">測定値</th> <th style="width: 35%;">試験方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>厚 さ (mm)</td> <td>0.75 以上</td> <td>0.81</td> <td></td> </tr> <tr> <td>質 量 (g/m²)</td> <td>200 0 以上</td> <td>2123</td> <td></td> </tr> <tr> <td>初期 (kN/m) 周方向</td> <td>130 以上</td> <td>4710</td> <td>JIS L 1096 準用</td> </tr> <tr> <td>引張強度 (kN/m) 軸方向</td> <td>130 以上</td> <td>4470</td> <td>JIS L 1096 準用</td> </tr> <tr> <td>開孔径 (mm) (O₉₅)</td> <td>0.1 以下</td> <td>0.0485</td> <td>ASTM D 4751 準用</td> </tr> <tr> <td>透水係数 (cm/s)</td> <td>1.0×10⁻³</td> <td>4.01×10⁻³</td> <td>JIS A 1218 準用</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">摩擦係数</td> <td>砂と袋材 0.64</td> <td>0.648</td> <td rowspan="2">JIS K 7125 準用</td> </tr> <tr> <td>袋材と袋材 1.41</td> <td>1.418</td> </tr> <tr> <td>備 考</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	承認	確認			項 目	規 格	測定値	試験方法	厚 さ (mm)	0.75 以上	0.81		質 量 (g/m ²)	200 0 以上	2123		初期 (kN/m) 周方向	130 以上	4710	JIS L 1096 準用	引張強度 (kN/m) 軸方向	130 以上	4470	JIS L 1096 準用	開孔径 (mm) (O ₉₅)	0.1 以下	0.0485	ASTM D 4751 準用	透水係数 (cm/s)	1.0×10 ⁻³	4.01×10 ⁻³	JIS A 1218 準用	摩擦係数	砂と袋材 0.64	0.648	JIS K 7125 準用	袋材と袋材 1.41	1.418	備 考			
承認	確認																																									
項 目	規 格	測定値	試験方法																																							
厚 さ (mm)	0.75 以上	0.81																																								
質 量 (g/m ²)	200 0 以上	2123																																								
初期 (kN/m) 周方向	130 以上	4710	JIS L 1096 準用																																							
引張強度 (kN/m) 軸方向	130 以上	4470	JIS L 1096 準用																																							
開孔径 (mm) (O ₉₅)	0.1 以下	0.0485	ASTM D 4751 準用																																							
透水係数 (cm/s)	1.0×10 ⁻³	4.01×10 ⁻³	JIS A 1218 準用																																							
摩擦係数	砂と袋材 0.64	0.648	JIS K 7125 準用																																							
	袋材と袋材 1.41	1.418																																								
備 考																																										

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4.4 施工時の留意事項

サンドバック袋材は、I-3 に説明したとおり施工時、供用時に作用する荷重等外力に対して必要な強度を有するよう照査するが、掘削機のバケットによる引裂きやカタピラ等が直接接触することは想定していない。これらに対してはそのような事象が生じないよう施工時に留意することを前提にしている。

このため、施工時には下記の点に十分注意する必要がある。

①埋戻しや覆土を行う際、ブルドーザーのブレードやカタピラ・クローラ等の履帯および掘削機のバケットがサンドバックに接触することがないように注意する。掘削機による作業時は、サンドバックからバケットを1m以上離して作業することとし、基本的には、サンドバックの上方から土砂を撒くこととする。

②サンドバック上で重機が作業をする際には、サンドバック上に均一に50cm以上の覆土を行ったうえで走行するものとし、急激な旋回をしないよう留意すること。

サンドバックメーカーは、上記事項を含む施工時の留意事項を整理した施工手順書を作成することを標準とする。

サンドバック完成後に重機接触によるサンドバック袋材の損傷が発生しないよう、発注者・管理者は重機が近付きすぎないように注意喚起の措置を講じることを推奨する。

解 説

(1) 施工時の留意事項

サンドバック袋材は、ポリエステルやポリプロピレン等を主材料とした製品であり、掘削機のバケットが直接接触すると、引裂きが生じる恐れがある。このため、サンドバックの周囲で重機による作業を行う場合は、慎重に行う必要がある。

写真 I-4.4.1 は、試験的に掘削機のバケットを接触させた事例である。写真のように、織目方向と直角に引裂かれる。



写真 I-4.4.1 掘削機バケットによる引裂き状況

特に、サンドバックが損傷したままの状態ですぐに土中に埋まった場合、波浪等の影響で埋戻し土砂や覆土材が流失した場合、損傷箇所から中詰め材が流出するだけでなく、そこから

水が出入りすることで、写真 I-4.4.2 のように損傷部が拡大し、大量に中詰め材が流出し、写真 I-4.4.3 のようにサンドバックが必要な形状を保てなくなる恐れがある。

したがって、埋戻しや覆土作業は慎重に行う必要があるが、基本的には写真 I-4.4.4 のように、サンドバックの上方から埋戻すことを原則とする。



写真 I-4.4.2 中詰め材の流出状況



写真 I-4.4.3 中詰め材流出による変形状況



写真 I-4.4.4 埋戻し状況

重機オペレーターの他に監視員をサンドバックの周囲に配置し（写真 I-4.4.5）、オペレーターの死角となる部分を補いバケットがサンドバックに接触しないための安全距離を確保することが肝要である。また、サンドバックの設置範囲端部には、目印となる旗などを立て（写真 I-4.4.6）、位置関係を明確にすることも必要である。



写真 I-4.4.5 監視員の配置



写真 I-4.4.6 端部の目印例

I-4 施工管理、点検・維持管理

サンドバック完成後、サンドバックの上を直接重機が走行しないよう注意する。作業上、サンドバックの上を重機が走行する必要がある場合は、必ず覆土を均一に 50 cm 以上行った上を走行するようにする。なお、覆土を行い走行する場合でも、サンドバック上で急激に旋回したり、カタピラ等の先端部（つま先）に偏った状態で、重機の重量がかからないよう注意する。

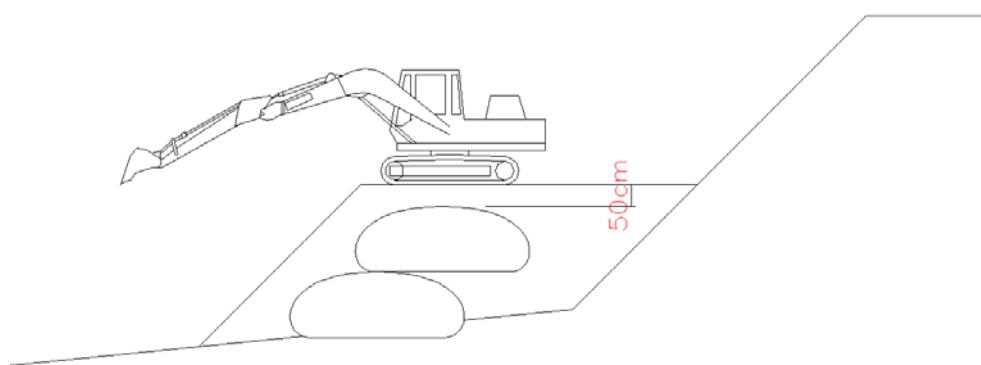


図 I-4.4.1 サンドバック上作業時の覆土

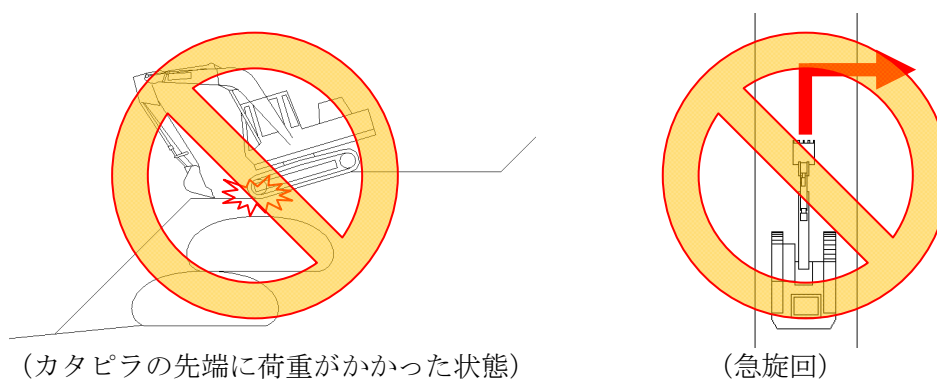


図 I-4.4.2 サンドバック上走行時の留意事項

なお、埋戻しや覆土作業の前には、監督員による損傷の有無を確認する必要がある。損傷が確認された場合には、速やかに補修作業を行うか、補修が難しい場合は損傷したサンドバックを撤去し、新たに設置するものとする。

また、サンドバックに接近したカタピラ等の移動はカタピラの接触により写真 I-4.4.7 に示すように袋の破損を生じるので、監視員を配置する等の対策を施す。



写真Ⅰ-4.4.7 カタピラ等旋回時の破損

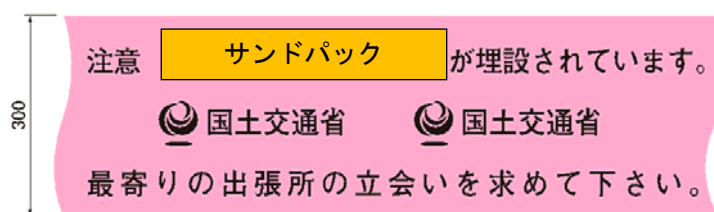
(2) 供用後の海浜利用等の掘返しに備えた措置

供用後も養浜盛土や海水浴シーズンには浜茶屋などの施設を建設することが想定される海岸への設置には供用後の損傷への配慮が必要である。そのような場合には、サンドパックの存在を知らない施工業者が重機により誤ってサンドパックを損傷させないように注意喚起の手段を講じる。

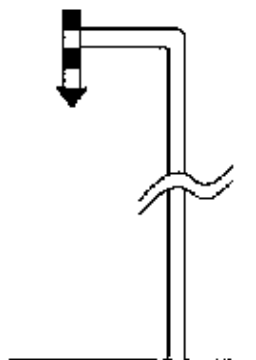
具体的には、

- ・埋設シートの設置 (図Ⅰ-4.4.3)
- ・標識による埋設位置の表示 (図Ⅰ-4.4.4)

などが考えられる。



図Ⅰ-4.4.3 埋設シートの事例



図Ⅰ-4.4.4 標識による埋設位置の表示

I-4 施工管理、点検・維持管理

(参考) サンドバック上部に重機が載った場合の袋材にかかる張力

サンドバック上部に施工機械が載った場合、袋材にかかる張力を I-3.5 供用時にサンドバック袋材に作用する張力の評価方法に従って試算した結果を下に示す。上載荷重については覆土荷重と施工機械の荷重を考慮した式(4.4.1)、式(4.4.2)および式(4.4.3)より算出した。なお、施工機械による荷重は 45° に等分散するものと仮定し (図 I-4.4.5)、さらに施工時には重機の動きに起因する衝撃も加わるものとして、式(4.4.2)のとおり衝撃係数 ($i=0.2$) を重機の重量に加算して扱った。

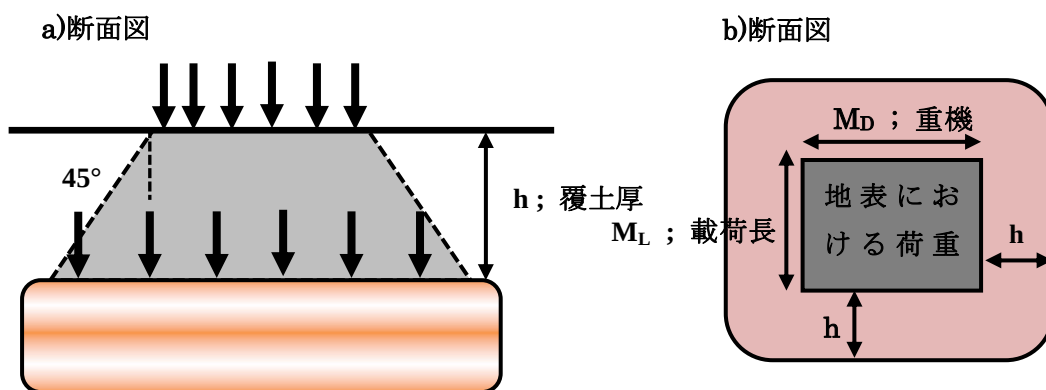


図 I-4.4.5 サンドバックの上面深さにおける上載荷重の分散の模式図

ここに、 σ_{1f} : 上載荷重 (kN/m^2) 側面に働く土圧は袋材に働く引張力を低減させる効果があるので、ここでは厳し目の条件とするために、考慮しなかった。

$$\sigma_{1f} = \sigma_b + \sigma_m \quad (4.4.1)$$

$$\sigma_m = \frac{W(i+1)}{S} \quad (4.4.2)$$

$$S = M_L M_D + 2h(M_D + M_L) + h^2 \pi \quad (4.4.3)$$

ここに、

σ_{1f} : 上載荷重 (kN/m^2)、 σ_b : 覆土による荷重 (kN/m^2)

σ_m : 施工機械による荷重 (kN/m^2)

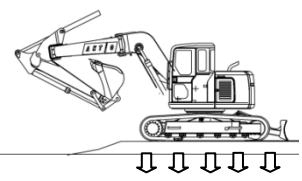
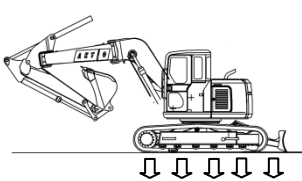
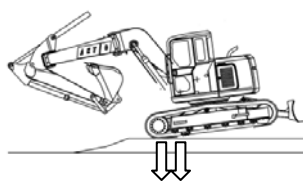
W : 重機重量 (kN/m^2)、 S : サンドバックの上面の深さにおける荷重面積 (m^2)

M_D : 重機幅(m)、 M_L : 積載長さ (m)、 i : 衝撃係数(=0.2)、 h : 覆土厚 (m)

とする。

表 I-4.4.1 に施工時の条件を示す。

表 I-4.4.1 施工時の条件

条 件	No.1	No.2	No.3
施工段階	撒き出し時	施工完了時	撒き出し時
養浜材	単位体積重量 19kN/m ³ ，内部摩擦角 $\phi=30$ 度		
使用重機	バックホウ 山積み 0.8m ³ （重量 190kN，幅 2.8m，長さ 3.37m）		
概要図	 撒き出し厚 0.3m 載荷幅 3.37m（重機幅）	 覆土厚 1.4m 載荷幅 3.37m（重機幅）	 撒き出し厚 0.3m 荷重幅 0.5m（偏心荷重時）

サンドバックに働く張力は図 I-4.4.6 のとおりで、周長方向に働く張力 $[T_{\max}]_c$ を I-3.5 で記載した Namias¹⁾の上載荷重と張力の関係式から求め、長軸方向に働く張力 $[T_{\max}]_a$ は Lawson³⁾に従い、 $[T_{\max}]_a = 0.63 \times [T_{\max}]_c$ の関係を利用した算定例を表 I-4.4.2 に示す。

なお、張力の算出には、式(4.4.4)に示す Namias¹⁾提案の、上載荷重と張力の関係式を用いた。

$$T = \frac{L}{2\pi} (1 - \sqrt{1-f}) (\sigma_{1f} + H\gamma) \quad (4.4.4)$$

施工機械や覆土による上載荷重により作用する周長方向の張力は、撒き出し時に重機の偏心により荷重が局所的に働くことを想定した計算条件 No.3 で 84.9 kN/m と最も大きい結果となった。これは、重機の偏心が無い場合 (No.1) の 43.9 kN/m の 2 倍近くにも相当し、サンドバックのうえで施工作業をおこなう場合には、覆土厚の確保だけでなく、重機の動作にも十分注意を払うことが必要であることがわかる。

周長方向に働く張力 $[T_{\max}]_c$

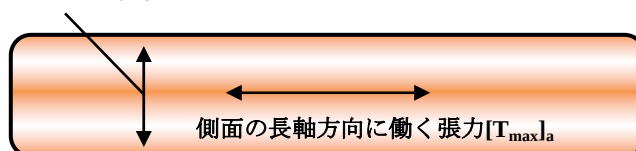


図 I-4.4.6 サンドバックに働く張力

I-4 施工管理、点検・維持管理

表 I-4.4.2 上載荷重によってサンドバックに働く張力についての計算結果

計算条件	No1	No.2	No.3
h ; 覆土厚 (m)	0.30	1.40	0.30
γ ; 覆土材の単位体積重量 (kN/m ³)	19	19	19
W ; 重機重量 (kN)	190	190	190
M_D ; 重機幅 (m)	2.80	2.80	2.80
M_L ; 積載長さ (m)	3.7	3.7	0.5
L ; サンドバック周長 (m)	10	10	10
H ; バック高 (m)	1.5	1.5	1.5
f ; サンドバック充填率	0.80	0.80	0.80
S ; バック上面の荷重面積 (m ²)	14.5	34.7	3.7
σ_{lf} ; 上載荷重 (kN/m ²)	21.4	33.2	67.9
σ_b ; 覆土による荷重 (kN/m ²)	5.7	26.6	5.7
σ_m ; 重機による荷重 (kN/m ²)	15.7	6.6	62.2
$[T_{\max}]_c$; 周長方向の最大張力 (kN/m)	43.9	54.3	84.9
$[T_{\max}]_a$; 長軸方向の最大張力 (kN/m)	27.6	34.2	53.5

Ⅰ-4.5 施工計画

浜崖後退抑止工、サンドバックの施工計画は、現場へのアクセス路、施工現場の砂浜幅、サンドバック積層体の根入れ高、潮位と地下水位、地盤低下対策工の種類・工法、養浜の量と材料の入手場所・運搬方法、海浜の底質粒径、中詰材の粒径、施工時の潮位・波浪等の海象条件、サンドバックへの中詰材充填方法、施工機材の仮置場・設置場所、高波浪時の退避場所、設計上の特性や袋材・中詰材の性状等を総合的に加味して立案する。

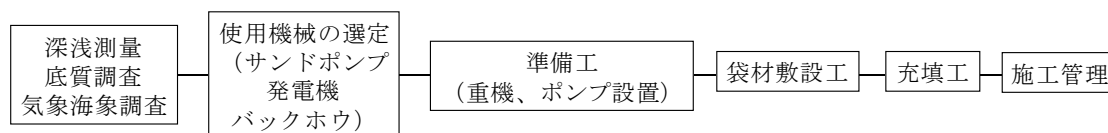
ポンプ充填施工においては、中詰材充填時にサンドバック袋材に過大な張力が作用しないよう丁張等で袋材が過剰に膨張しないよう管理することを標準とする。

サンドバックメーカーは、発注者・施工者の施工計画立案を支援するため、実物大施工実験結果をもとに標準的な歩掛と機材構成を整理して示すとともに、ポンプ充填工法の場合には適用可能な中詰材最大粒径を示すこと、施工手順書を整備することを標準とする。

解 説

サンドバックは、工場で製作した袋材に現地の海浜材料や養浜材を充填して現地で作成することを基本としている。サンドバック作成にあたっては現地の条件に応じた施工計画を立てる必要がある。現地の条件とは、海象条件、海浜材料の利用、作業スペース、機材・材料の搬入搬出路の確保などがある。特にサンドバックを作成する砂浜が狭い場合は根入れ高までの掘削や地盤整形において、海水や波浪の侵入が制約条件になりやすい。このような場合には、波浪・気象条件を考慮し、場合によっては波浪や海水の侵入を防止する対策が必要になる。

施工期間を設定する場合は、漁業やレクリエーションなどの海岸利用状況にも配慮する必要がある。また、工場で製作する袋材の入手見通しや中詰材充填などの施工能力についても考慮して施工期間を定める。ポンプ充填によるサンドバック工法の標準的な施工フローを図Ⅰ-4.5.1に示す。



図Ⅰ-4.5.1 ポンプ充填サンドバックの施工フロー

(1) ポンプ充填施工

本施工方法は、砂礫を水と混合して、流動化した状態でサンドバック内に送り込む方法である。水中ポンプによりタンク内に水を充填し、そのタンクに砂礫をバックホウで投入する。その後、タンク内の砂礫を水と一緒にサンドポンプにより袋内に圧送する。

ポンプ充填による場合の一般的な手順を図Ⅰ-4.5.2に、機材の配置例を図Ⅰ-4.5.3に、

I-4 施工管理、点検・維持管理

写真 I-4.5.1～I-4.5.16 までに施工過程の代表的な写真を、表 I-4.5.1 にサンドポンプによる施工の機材選定例を示す。なお、ここに示したのは、宮崎海岸住吉地先で実施した共同研究施工実験のものであり、今後各社の製品開発により機材の構成や施工方法が変更されることがある。

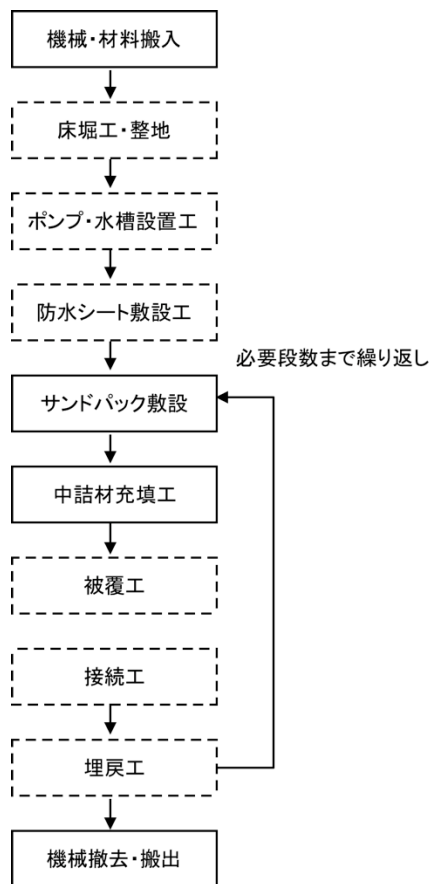


図 I-4.5.2 ポンプ充填施工によるサンドパックの作成手順

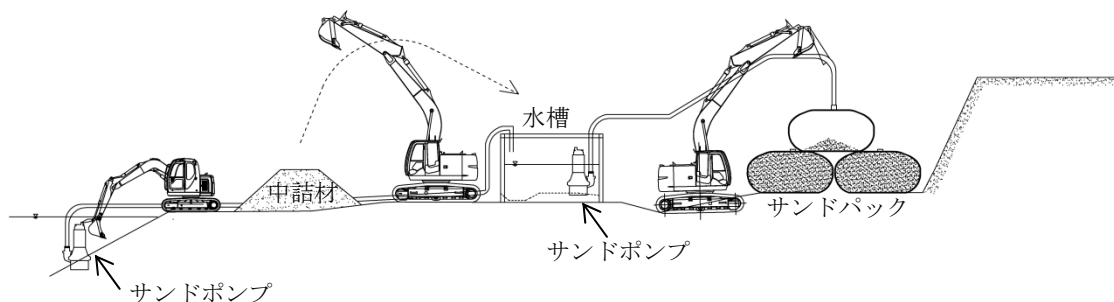


図 I-4.5.3 サンドポンプによる充填施工図



写真Ⅰ-4.5.1 床堀



写真Ⅰ-4.5.2 小口処理設置



写真Ⅰ-4.5.3 袋材敷設



写真Ⅰ-4.5.4 突き合せ部準備



写真Ⅰ-4.5.5 外袋の結束(B社)



写真Ⅰ-4.5.6 送水系統と貯砂水槽

I-4 施工管理、点検・維持管理



写真 I-4.5.7 取水ポンプ



写真 I-4.5.8 法面保護シート敷設



写真 I-4.5.9 中詰め材投入開始



写真 I-4.5.10 充填中 (A 社)



写真 I-4.5.11 充填中 (B 社)



写真 I-4.5.12 充填ほぼ完了



写真 I-4.5.13 追加充填



写真 I-4.5.14 外袋巻き込み (B 社)



写真 I-4.5.15 背後埋め戻し



写真 I-4.5.16 埋め戻し部分の水締め

表 I-4.5.1 使用機材の選定例

項 目	使用目的
平積 0.8m ³ バックホウ	水槽への砂礫材投入用
平積 0.8m ³ バックホウ クレーン仕様	充填ホースの支持、横持ち用
平積 0.4m ³ バックホウ クレーン仕様	水供給用ポンプの支持、横持ち用
サンドポンプ (径 8 吋、37kW)	中詰め材の充填用
サンドポンプ (径 6 吋、22kW)	水槽への水の供給用
200KVA 発電機	サンドポンプの出力電源として使用する。
水槽 (容量 5m ³)	砂礫材と水の混合用。

I-4 施工管理、点検・維持管理

サンドポンプによる中詰材の充填は、サンドポンプによる中詰材の圧送充填と脱水の繰り返しによって中詰材の締固めを可能とする施工方法である。この工法は、施工時にサンドポンプの揚水能力で決まる圧送充填時間が袋材の透水性で決まる脱水時間よりも短いため、一時的に袋材が膨張して許容値以上の張力が作用して破裂する可能性がある。これを防止するために施工時に丁張等で袋材が許容値以上に膨張しないよう高さを管理しておくことが有用である。丁張は施工許容範囲の上限高さに設定することが考えられる。ポンプ充填時に袋材が丁張高さまで膨張した場合にサンドポンプの運転を一時停止し、脱水させながら施工許容範囲の出来形に仕上げる必要がある。なお、高さが満足されていても幅が出来高に満たない場合があるので、その際には追加充填する必要がある。幅の不足を避けるために、初期の充填土量を多くしない等の工夫が考えられる。

施工時のサンドポンプの充填圧（ポンプ圧）としては、6 吋サンドポンプの吐出力が 245kN/m^2 、ホースの断面積で換算すると約 4kN の力とある。この力で袋材内に中詰材が充填されることとなるが、充填初期はこの充填圧が、充填が進むに連れて中詰材の重量（土圧）と充填圧が袋材に作用する。充填圧が最も大きくなるのは、中詰材が最も充填された施工完了直前である。施工完了直前では、袋材の脱水面積が小さくなるため施工完了時よりも内圧が一時的に大きくなりやすい。写真 I-4.6.17 および写真 I-4.6.18 に示す丁張りによる施工時の高さおよび幅の管理に加え、袋材の排水口（注入口）を多く設ける等の対策が考えられる。

サンドポンプによる施工において、礫などの粒径の大きな中詰材を用いる場合、サンドポンプの通過径以上の礫がポンプに詰まり揚水能力の低下を引き起こすことによって圧送充填が出来なくなる。礫などの粒径の大きな中詰材を用いる場合、中詰材をサンドポンプの通過径未満にふるい分けを行ったうえで適用する方法もある。



写真 I-4.5.17 丁張りによる高さ管理

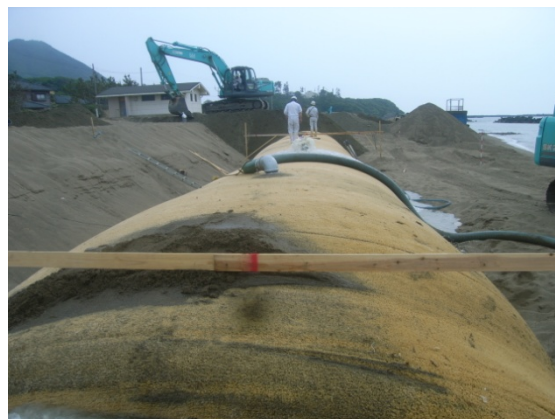


写真 I-4.5.18 丁張りによる高さ管理

埋戻しや覆土作業の前には、監督員により袋材の損傷の有無を確認する必要がある。損傷が確認された場合には、速やかに補修作業を行うか、補修が難しい場合は損傷したサンドパックを撤去し、新たに設置するものとする。

表 I-4.5.2 サンドポンプによる充填における歩掛りの例

サンドバック 2 段 (延長 L20m) あたり

※本マニュアルで指定したピラミッド積みでなくもたれ構造となっているので注意されたい。

1) 床掘り・整地

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.5	
特殊作業員		人	—	
普通作業員		人	—	
バックホウ 運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.5	

2) ポンプ・水槽設置工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.43	
特殊作業員		人	—	
普通作業員		人	0.86	
バックホウ 運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.86	

5) 1 段目ポンプ充填工 (H=1.5m, W=4.0m, L=20m, 1 袋)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.57	0.50
特殊作業員		人	0.57	0.50
普通作業員		人	1.14	1.00
バックホウ 運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.28 m ³ (平積 0.2)	日	0.57	1.00
バックホウ 運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.57	0.50
サンドポンプ 運転	37 kW 8 吋	日	0.57	0.50
水中ポンプ 運転	37 kW 8 吋	日	0.57	0.50
発電機運転	150 kVA	日	0.57	0.50
諸雑費		式		1

3) 防水シート設置工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.10	
特殊作業員		人	0.00	
普通作業員		人	0.20	

6) 1 段目袋材設置工 (外側シート被覆)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人		0.13
特殊作業員		人		
普通作業員		人		0.25
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日		0.13

4) 1 段目袋材設置工 (敷設)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.14	0.38
特殊作業員		人	0.14	0.00
普通作業員		人	0.56	0.75

7) 1 段目突合せ部処理工 ※両端部ロープ仮留め

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.29	0.06
特殊作業員		人		0.00
普通作業員		人	0.58	0.13

I-4 施工管理、点検・維持管理

8) 1 段目埋め戻し工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.28	
特殊作業員		人	—	
普通作業員		人	0.28	
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.28	

9) 2 段目袋材設置工 (敷設)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.14	0.38
特殊作業員		人	0.14	0.00
普通作業員		人	0.56	0.75

10) 2 段目ポンプ充填工
(H=1.5m, W=4.0m, L=10m, 2 袋)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.57	0.50
特殊作業員		人	0.57	0.50
普通作業員		人	1.42	1.00
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.28 m ³ (平積 0.2)	日	0.57	1.00
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.57	0.50
サンドポンプ 運転	37 kW 8 吋	日	0.57	0.50
水中ポンプ 運転	22 kW 6 吋	日	0.57	0.50
発電機運転	150 kVA	日	0.57	0.50
諸雑費		式		1

11) 2 段目袋材設置工 (外側シート被覆)

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人		0.13
特殊作業員		人		
普通作業員		人		0.25
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日		0.13

12) 突合せ部処理工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.29	0.13
特殊作業員		人		
普通作業員		人	0.58	0.25
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日		0.13

13) 2 段目埋め戻し工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.28	
特殊作業員		人	—	
普通作業員		人	0.28	
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.28	

14) ポンプ・水槽撤去工

名称	規格	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
世話役		人	0.43	
特殊作業員		人	—	
普通作業員		人	0.86	
バックホウ運 転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ (平積 0.6)	日	0.86	

使用機械に関する数量

バックホウ 0.8 m³

名 称	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
運転手（特殊）	人	1	1
燃料費	ℓ	110	110
機械損料	供用日	1.48	1.48
諸雑費	式		

バックホウ 0.28 m³

名 称	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
運転手（特殊）	人	1	1
燃料費	ℓ	38	38
機械損料	供用日	1.52	1.52
諸雑費	式		

水中サンドポンプ(攪拌装置付工事用水中ポンプ)

名 称	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
（電力）	kWh		
賃料	供用日	1.00	1.20
諸雑費	式		1

工事用水中モータポンプ

名 称	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
（電力）	kWh		
賃料	供用日	1.00	1.20
諸雑費	式		1

発電機

名 称	単位	数量 (A社)	数量 (B社)
燃料費	ℓ	256	
賃料	供用日	1.00	1.20
諸雑費	式		1

I-4 施工管理、点検・維持管理

(2) バックホウ直接投入法

バックホウにより直接袋内に砂礫を投入出来るように、袋に蓋を取り付けたり (図 I-4.5.4, 図 I-4.5.5)、ホッパーを用いたりして充填する方法がある。

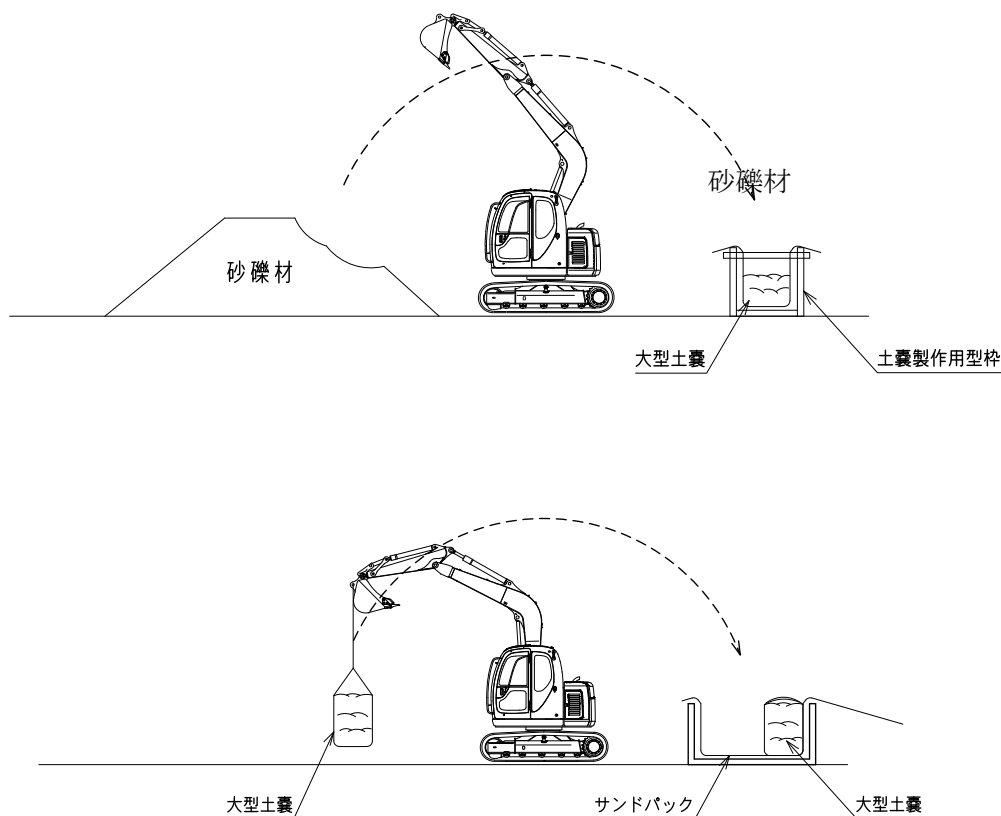


図 I-4.5.4 バックホウによる充填施工図(大型土嚢製をサンドバックで包む場合)

表 I-4.5.3 バックホウ直接投入法における作業員構成と設備の例

項目	概要	数量
監督	大型土のう、サンドバックの充填状況、バックホウのスイング、移動時の周囲の安全を確認する。	1 名
作業員	大型土のうの製作や、サンドバックに大型土のうを配置する作業を行う。	3 名
バックホウ運転手		1 名
平積 0.8m ³ バックホウ	大型土のうへの砂の充填。大型土のうを吊上げ、サンドバックに充填する作業に使用する。	1 台
製作型枠 W×H×L = 1m×1m×1.5m	大型土のう製作用型枠に大型土のうを敷設して使用する。	1 台

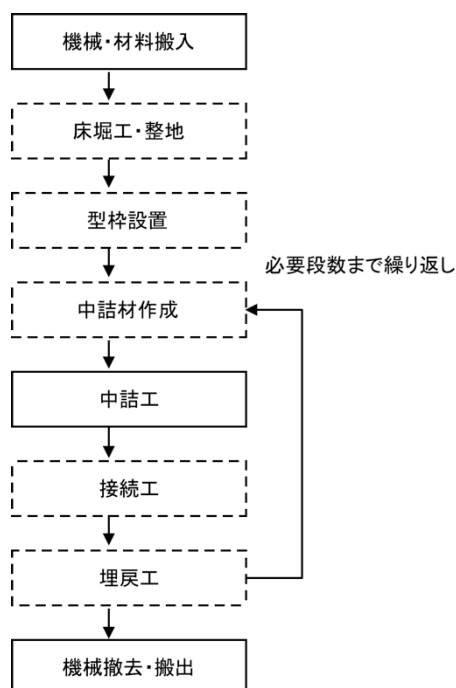


図 I-4.5.5 バックホウ直接投入施工によるサンドパックスの作成手順



写真 I-4.5.19 袋材敷設



写真 I-4.5.20 大型土嚢製作

I-4 施工管理、点検・維持管理



写真 I-4. 5. 21 土嚢個体高さ確認



写真 I-4. 5. 22 角部土嚢設置



写真 I-4. 5. 23 土嚢と外袋の結束



写真 I-4. 5. 24 外袋が結束ひもで立ち上がった状態



写真 I-4. 5. 25 中間部分の土嚢割り込み



写真 I-4. 5. 26 外縁部の土嚢が設置された状態



写真Ⅰ-4.5.27 土木用ファスナーによる外蓋の設置

表Ⅰ-4.5.4 バックホウ直接投入による充填における歩掛りの例
サンドパック2段（延長 L20m）あたり

1) 床掘り・整地

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.5
特殊作業員		人	—
普通作業員		人	—
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.5

2) 1 段目中詰土嚢製作工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.50
特殊作業員		人	1.00
普通作業員		人	1.00
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.50

3) 1 段目袋材設置工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.50
特殊作業員		人	1.00
普通作業員		人	1.00
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.50

4) 突合せ部処理工

名称	規格	単位	数量
特殊作業員		人	0.50
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.25

5) 1 段目埋め戻し工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.28
特殊作業員		人	—
普通作業員		人	0.28
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.28

6) 2 段目中詰土嚢製作工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.50
特殊作業員		人	1.00
普通作業員		人	1.00
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m ³ （平積 0.6）	日	0.50

I-4 施工管理、点検・維持管理

7) 2 段目袋材設置工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.50
特殊作業員		人	1.00
普通作業員		人	1.00
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m3 (平積 0.6)	日	0.50

9) 2 段目埋め戻し工

名称	規格	単位	数量
世話役		人	0.28
特殊作業員		人	—
普通作業員		人	0.28
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m3 (平積 0.6)	日	0.28

8) 突合せ部処理工

名称	規格	単位	数量
特殊作業員		人	0.50
バックホウ運転	排出ガス対応型 クローラ山積 0.8 m3 (平積 0.6)	日	0.25

バックホウ 0.8 m3

名 称	単位	数量
運転手 (特殊)	人	1
燃料費	ℓ	87.39
機械損料	供用日	1.48
諸雑費	式	

なお、埋戻しや覆土作業の前には、監督員による袋材の損傷の有無を確認する必要がある。損傷が確認された場合には、速やかに補修作業を行うか、補修が難しい場合は損傷したサンドバックを撤去し、新たに設置するものとする。

(3) 2 段目以降施工時の留意点

下段の施工完了後に海象が荒れる、潮位が高くなる等により、下段の上に海浜砂等が堆積した場合にはポンプの流水等袋材を傷つけない手段により上面の堆積物を除去した後に設置する。そのまま設置した場合には、砂の抜け出しや袋材の損傷に繋がるので、注意すること。

Ⅰ-4.6 点検・維持管理・応急復旧

浜崖後退抑止工は、適正な点検や維持管理が行われることにより、目的達成性、修復性、安全性が確保される。完成後には、台風期前、時化来襲後にパトロールを行う際に養浜やサンドバックに異常・変状が発生していないか点検することを基本とする。

異常・変状が発生していた場合には、利用者の安全を確保することを第一とし、必要と判断される場合には、立入禁止等の措置をとり応急復旧等の処置を行うことを基本とする。維持管理による修復が困難な変状が発生している場合には原因究明を行い、災害復旧や更新等により機能を回復させることを基本とする。浜崖後退抑止工では対応ができない漂砂環境となっていることが異常・変状の原因である場合には、抜本的な侵食対策を検討する。

気象劣化外力の設定において、適正な維持管理に基づく養浜覆土が確保されることを前提にしている場合には、前提としている状態が回復されるよう養浜により覆土する。それが困難な場合には寿命の短縮を予測し、点検・維持管理計画に反映する。磨耗外力の設定において前面砂浜が確保されていることを前提にしている海岸で前面砂浜が消失した場合にも同様に袋材の寿命の短縮を予測し、点検・維持管理計画に反映する。燃焼・先の尖った漂流物・人為的な切創等袋材の小さな損傷についても応急復旧により修復することが基本であるが、何らかの事情によりこれがしばらくはなされない場合には注意深く経過を観察することとし、点検・維持管理計画に反映する。

解 説

1 段落目に書いているパトロールは、海岸管理者として通常実施している事項である。浜崖後退抑止工を設置した場合には、パトロール時にサンドバック積層体やサンドバック袋材、背後の養浜、浜崖に変状がないか確認する。特に、養浜でサンドバック積層体を覆土している場合には、サンドバックが露出したか、露出したサンドバックに損傷がないか、露出していなければ覆土養浜に空洞発生兆候がないかに注意する。また、これらの点検は管理者が行うことが第一であるが、利用者や地元住民の協力（観察や異常時の通報体制整備）についても検討することが望ましい。

2 段落目は、異常・変状が確認された場合の応急措置から復旧までの考え変え方を述べたものである。人為切創や花火、漂流物等による袋材の損傷が発生した場合の袋材の修復も含む。

3 段落目は、袋材の寿命確保の前提としている状態が確保されなくなった場合の措置について述べたものである。

表Ⅰ-4.6.1 に点検概要を例示する。

Ⅰ-4 施工管理、点検・維持管理

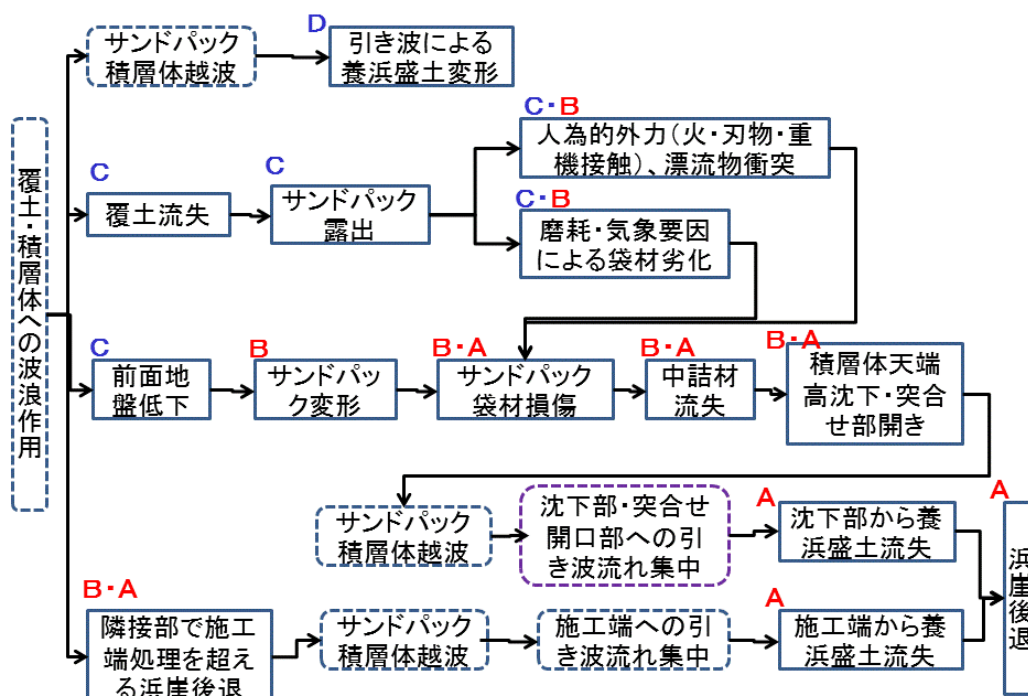
表Ⅰ-4.6.1 点検概要一覧

箇所		点検項目		点検方法	判定基準と対応
サンド パ ッ ク	袋 材	摩耗の程度	内基布の露出の有無	目視	カバー材による保護、又は樹脂コーティング（表5.3.2を参照）。
		劣化の程度			
		損傷の程度			
	全 体	充填度	中詰め材の吸い出しによるサンドパック収縮の有無	（水中）GPSによるスタッフ測量。 （陸上）スタッフによる測量。 指触により充填度を確認。	出来型管理基準値を下回った場合、再充填する。
連結材		摩耗の程度	内基布の露出の有無	目視	新規連結材に交換する
		劣化の程度			
		損傷の程度			
養浜		表法の侵食	サンドパックの露出の有無	目視（高波浪後巡視）	露出した場合には早期に追加養浜
		養浜天端	漂着物や砂面、浜崖の状況把握	目視（高波浪後巡視）	状況を記録、浜崖が後退した場合には後退量の測定し、対処の必要性を検討
		養浜盛土	養浜盛土の侵食状態	目視（高波浪後巡視）	端部もしくは、部分的に大きく侵食が生じサンドパックの構造へ影響を及ぼす可能性がある場合には緊急養浜等の処置を検討
		養浜及び養浜盛土	吸い出し、空洞化	目視 突き刺し点検	目視点検（通報を含む）から兆候が見られた場合には、立入禁止措置を行い突き刺し点検を実施する。

Ⅰ-4.7 維持管理計画

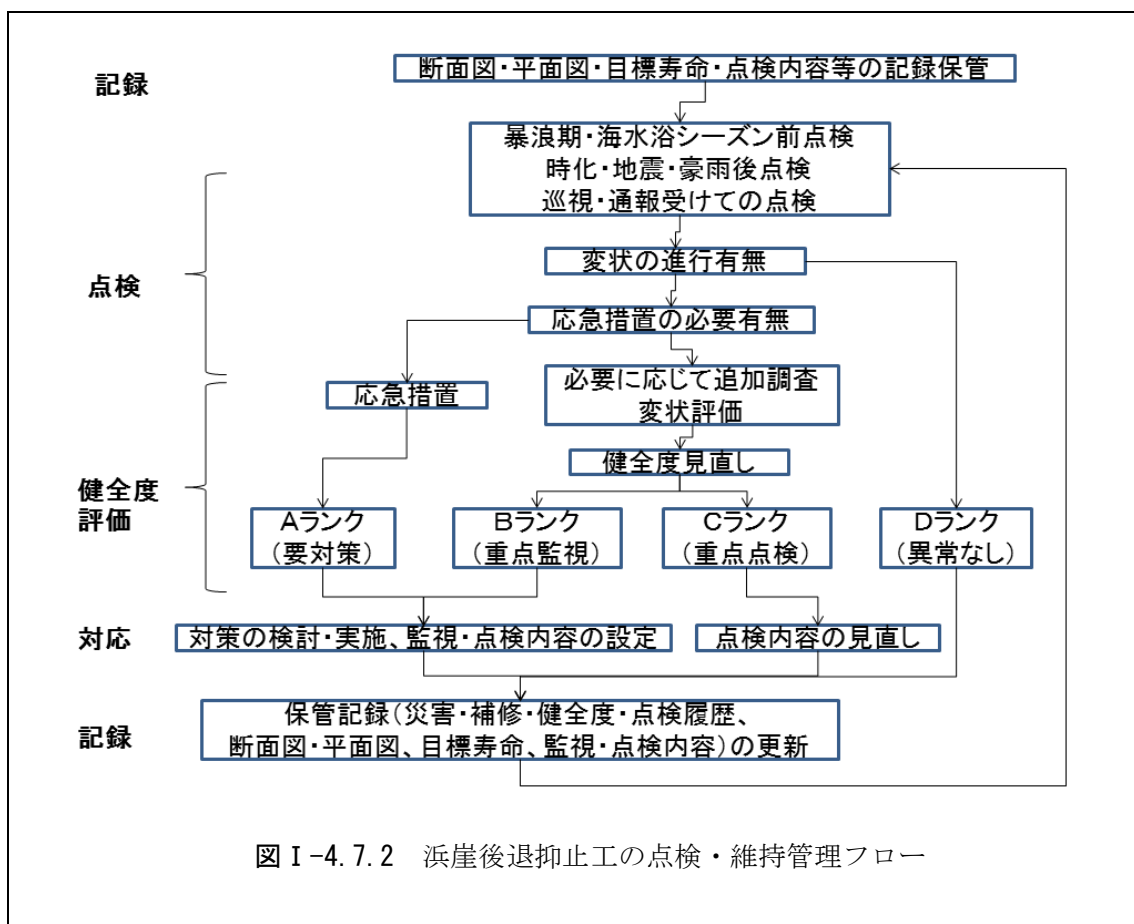
浜崖後退抑止工の性能を維持するために維持管理計画を立てることを標準とする。維持管理計画には、点検の項目・方法、健全度評価の方法、健全度に応じた点検の内容と点検間隔、補修の目安、補修の方法、施設の目的達成性能が確保不能となる変状の限界を示すことが望ましい。

図Ⅰ-4.7.1 は現地試験等で明らかになった変状浜崖後退抑止工の変状連鎖を示したものであり、変状に応じた健全度も示している。健全度は図Ⅰ-4.7.1 を参考に判定することを標準とする。図Ⅰ-4.7.2 に点検と維持管理のフローを例示する。これを参考に維持管理計画を検討することを推奨する。



図Ⅰ-4.7.1 浜崖後退抑止工の変状連鎖と健全度

Ⅰ-4 施工管理、点検・維持管理



解 説

(1) 浜崖後退抑止工の変状連鎖

浜崖後退抑止工の変状連鎖を示した図Ⅰ-4.7.1の各変状には、「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）」⁴⁾と同様にA、B、C、Dの4ランクで評価した健全度も示してある。巡視や点検においては、この変状連鎖を念頭に、変状・異常の早期発見に努める。初期の変状として重要なものは、養浜盛土の変形、サンドパックの露出、前面地盤の低下、隣接部の浜崖後退である。さらに変状が進んだ状態としては、袋材の劣化、サンドパックの変形である。さらに変状が進むと、サンドパック突合せ部の開き、袋材の損傷が発生する。さらに進行すると、サンドパックの中詰め材が流失して積層体天端高が沈下する。このような状態でサンドパック積層体を越波するような波浪が来襲すると天端高沈下部に引波が集中し、養浜盛土が流失する。積層体天端高の沈下が起きなくても施工端やサンドパック突合せ部の開口部に引き波が集中して養浜盛土が流失する。さらに変状が進行すると浜崖の後退に至る。

(2) 点検・維持管理フロー

図Ⅰ-4.7.2に点検・維持管理フローを示す。完成時の断面図・平面図等の情報、目標寿命設定の前提、標準の点検内容・時期等の計画を保管する。毎年、暴浪期前・海水浴等の

利用シーズン前に実施する安全巡視時に異常がないか目視で点検する。完成時あるいは前回の巡視・点検時からの変状の進行があれば、必要な場合には立入制限・注意喚起等の応急措置を講じる。深刻な変状の場合には袋詰め玉石や土のう設置等の応急措置をとる。変状の内容を評価して、健全度を評価する。「ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル(案)」⁴⁾と同様に A、B、C、D の 4 ランクで評価する。図Ⅰ-4.7.1 の変状連鎖には健全度のランクが示してある。A ランクであれば対策を検討して補修や更新等を実施する。B ランク、C ランクでは重点的に監視・点検する内容を整理し点検計画を更新する。特に目標寿命を縮めるような変状の場合には袋材の劣化具合の点検・監視と目標寿命の予測短縮年数を整理する。これらの対応を記録として保管し、次回の点検・監視に生かすことが重要である。

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4.8 袋材劣化の点検と健全度

浜崖後退抑止工に用いるサンドバックは、袋材の劣化に留意する工法である。サンドバックは、目標寿命期間を設定した上で磨耗や気象要因劣化を予測して性能を満足するか照査を行うが、前提とする条件が満足されない場合には目標寿命期間より早く劣化が進行するあるいは性能を満足しなくなる可能性がある。また、設計以上の外力や環境条件または人為的な被害により目標寿命期間中であってもサンドバックの袋材が損傷する可能性もある。サンドバックの変形や袋材の劣化・損傷により性能が要求性能以下になっていないか診断する必要がある。目標寿命期間を縮めるような変状・劣化が起り、性能低下が予断を許さない状態になった場合には劣化度合いについて詳細に点検し、対策を施すことを標準とする。

管理者が行う点検、健全度評価等の維持管理を支援するため、サンドバックメーカーは、袋材の摩耗劣化促進試験結果等をもとに表 I-4.8.1、表 I-4.8.2 に例示する点検支援カルテを作成し、提供することを標準とする。

なお、袋材以外の変状、例えばサンドバックの変形や吸出し、端部からの盛土材流失に関する健全度評価は図 I-4.7.1 をもとに診断することを標準とする。

表 I-4.8.1 回転ドラム型摩耗促進試験機の結果に基づく点検支援カルテ例

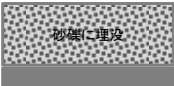
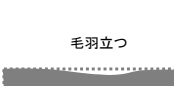
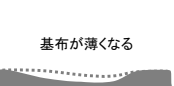
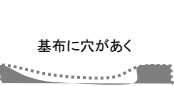
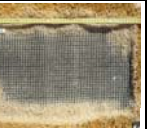
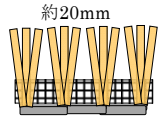
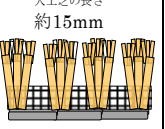
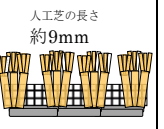
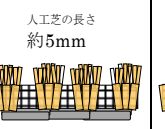
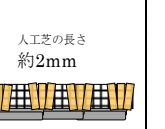
点検支援カルテ(磨耗劣化 回転ドラム試験 比較布)					
コンクリート 摩耗量	—	0 mm	2.2mm	4.6mm	5.7mm
ドラム回転数	—	0	4,000	25,000	40,000
引張強度 (平均値) (kN/m)	169kN/m	169kN/m	48.8kN/m	1.2kN/m	0kN/m
強度保持率 (平均値)	100%	100%	29%	0.70%	0%
状況	砂礫に埋没している	基布が露出	基布に毛羽たちが見え始める	基布が毛羽立ち、厚さが減少している	基布が破損
基布の厚さ	—	—	—	—	0mm
写真	—	—			
劣化状況 イメージ					
判定	D (異常無し)	B(重点監視)	A (要対策)	A (要対策)	A (要対策)

表 I-4.8.2 ウォータージェット式摩耗促進試験結果に基づく点検支援カルテ例

点検支援カルテ(磨耗劣化)						
コンクリート 磨耗量	—	0 mm	1.1 mm	2.2 mm	4.4 mm	8.6 mm
引張強度 (平均値) (kN/m)	軸方向149kN/m 周方向157kN/m	軸方向149kN/m 周方向157kN/m	軸方向105kN/m 周方向131kN/m	軸方向100kN/m 周方向126kN/m	軸方向75kN/m 周方向125kN/m	軸方向15kN/m 周方向34kN/m
強度保持率 (平均値)	周方向・軸方向100%	周方向・軸方向100%	軸方向70%, 周方向84%	軸方向67%, 周方向80%	軸方向50%, 周方向80%	軸方向10%, 周方向21%
状況	砂に埋没している	砂に埋没していた基布が露出してくる。	摩耗により人工芝が細くなってくる。	人工芝がところどころ削れて短くなっている	人工芝の密度が小さくなっている箇所が確認される	人工芝が削られ、基盤布材がむき出しになる
人工芝の長さ	約20mm	約20mm	約15mm	約9mm	約5mm	約2mm
写真	—					
劣化状況 イメージ		人工芝の長さ 約20mm 	人工芝の長さ 約15mm 	人工芝の長さ 約9mm 	人工芝の長さ 約5mm 	人工芝の長さ 約2mm 
判定	D (異常無し)	C (重点点検)	B (重点監視)	B (重点監視)	A (要対策)	A (要対策)

解 説

(1) 袋材の健全度評価

目視点検による袋材の健全度の診断の参考のために、3種類の袋材に関する回転ドラム型摩耗試験機による摩耗促進試験（I-3.9を参照）の摩耗状況の例を示す。回転ドラム型摩耗試験機に水70Lと図I-4.8.1の粒度分布を持つ神奈川県大磯海岸の海浜材10kgを投入して、袋材が破断するまで回転させた結果が表I-4.8.1である。袋材が破断するまでの途中段階における袋材の状態を観察すると、袋材の破断が起きる前に図I-4.8.2～図I-4.8.4に示すような目視可能な表面状態の変化を確認することができる。劣化に応じて生じるこのような表面状態の変化を摩耗促進試験によって把握しておけば、点検の際に袋材がどの程度の健全度であり、どの程度で破断に至るかをおおよそ推定することが可能となる。

I-4 施工管理、点検・維持管理

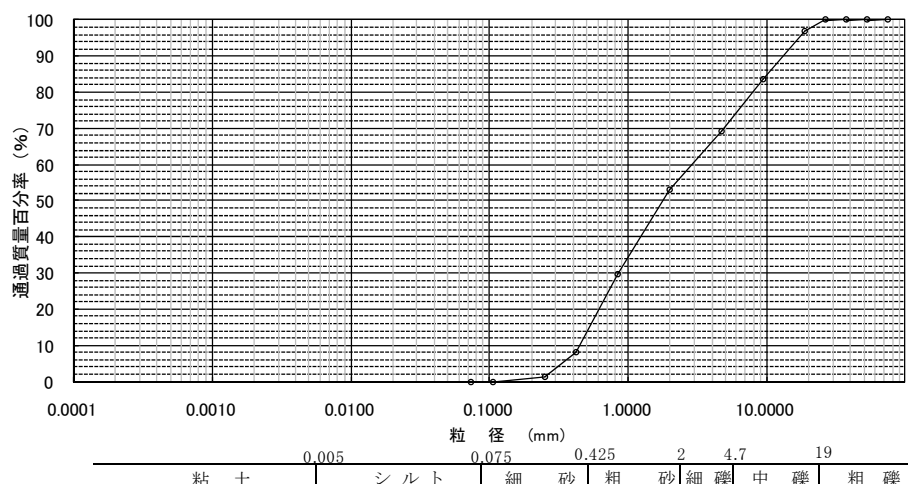


図 I-4.8.1 大磯海岸の海浜材料の粒径加積曲線

表 I-4.8.1 試験袋材の仕様一覧

袋材	袋材 A	袋材 B	袋材 C
素材	ポリプロピレン織物	外側：ポリエステル編織物 内側：塩化ビニルシート	ポリエステル編織物 (起毛付き)
初期引張強度 (平均値)	204.1 kN/m	外側：45.0 kN/m 内側：50.0 kN/m	76.3 kN/m
摩耗促進試験	70,000 回転で破断	80,000 回転で破断	130,000 回転で破断

1) 袋材 A (織布タイプ)

基布の毛羽立ちが発生し、破断につながる。



(b) 健全な状態



(a) 破断する可能性のある状態
(摩耗促進試験 60,000 回転)

図 I-4.8.2 回転ドラム型摩耗試験機による摩耗劣化促進試験前後の袋材 A の状態

2) 袋材 B (編地タイプ)

網地の毛羽立ちが起こり、編み地のほつれが発生する。



(b) 健全な状態



(a) 破断する可能性のある状態
(摩耗促進試験 70,000 回転)

図 I-4.8.3 回転ドラム型摩耗試験機による摩耗促進試験前後の袋材 B の状態

3) 袋材 C (起毛タイプ)

基布の毛が摩耗で無くなって、基布が露出してくると破断につながる。



(a) 健全な状態



(b) 破断する可能性のある状態
(摩耗促進試験 100,000 回転)

図 I-4.8.4 回転ドラム型摩耗試験機による摩耗促進試験前後の袋材 C の状態

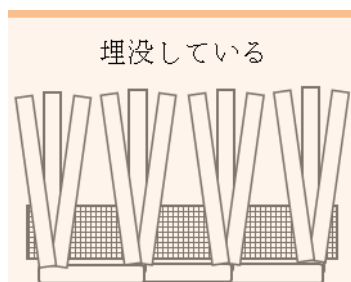
(2) A 社袋材の劣化の点検と健全度評価の例

1) 摩耗劣化に関する点検

目視による点検を行い、表面の人工芝が摩耗により擦り減ったりしていないかを確認する。図 I-4.8.5 にウォータージェット式摩耗促進試験結果をもとに作成した点検支援カルテをもとに、袋材の摩耗劣化進行状況と健全度を例示する。図 I-4.8.5(1)は、養浜砂で覆われている状態で摩耗が進んでいないので袋材は健全度Dと評価できる。図 I-4.8.5(2)は、養浜砂が流失し袋材が露出した状態であり、ここから摩耗劣化が始まるので健全度Cと評価できる。図 I-4.8.5(3)は(2)より摩耗劣化が進み強度低下が生じはじめた状態であり、

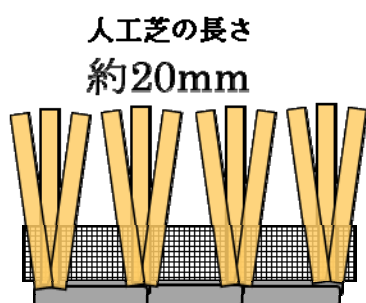
I-4 施工管理、点検・維持管理

健全度Bと評価できる。図 I-4.8.5(4)は、袋材の摩耗が進み、人工芝長さが短くなり強度低下も進んでいる状態であり健全度Bと評価できる。図 I-4.8.5(5)は、袋材の摩耗がさらに進行し、人工芝長が短くなるとともに基盤の布地が見え始めており、強度低下も進行している。健全度Aと評価する状態である。図 I-4.8.5(6)は摩耗劣化がさらに進んで人工芝がなくなり、張力が作用していれば破損する状態であり健全度Aである。



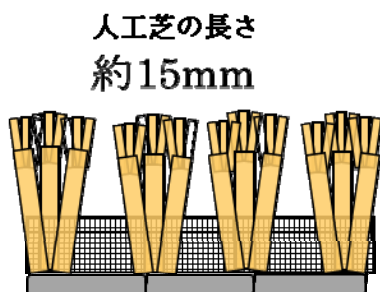
<コンクリート摩耗量 0mm 強度保持率：周方向・軸方向 100%>

図 I-4.8.5 (1) 養浜盛土で被覆された状態 健全度D



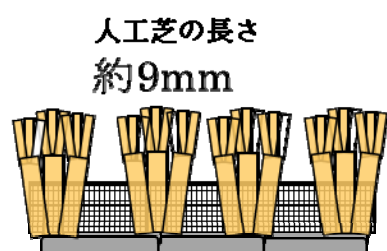
<コンクリート摩耗量 0mm 強度保持率：周方向・軸方向 100%>

図 I-4.8.5 (2) 養浜盛土が失われ袋材が露出した状態 健全度C



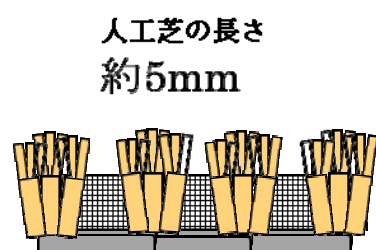
<コンクリート摩耗量 1.1mm 強度保持率：周方向 84%・軸方向 70%>

図 I-4.8.5 (3) 袋材の摩耗が進み強度低下が進んでいる状態 健全度B



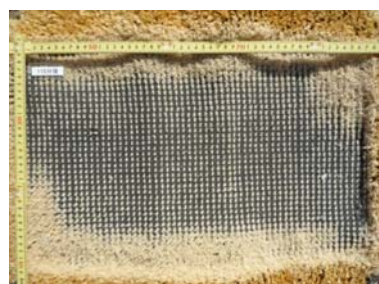
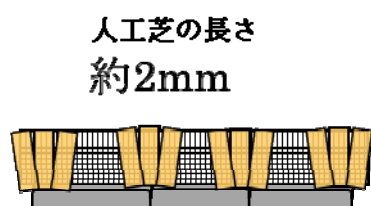
<コンクリート摩耗量 2.2mm 強度保持率：周方向 80%・軸方向 67%>

図 I-4.8.5 (4) 袋材の摩耗が進み強度低下が進んでいる状態 健全度 B



<コンクリート摩耗量 4.4mm 強度保持率：周方向 80%・軸方向 50%>

図 I-4.8.5 (5) 袋材の摩耗が進み性能を失った状態 健全度 A



<コンクリート摩耗量 8.5mm 強度保持率：周方向 21%・軸方向 10%>

図 I-4.8.5 (6) 袋材の摩耗が進み性能を失った状態 健全度 A

I-4 施工管理、点検・維持管理

2) 気象要因劣化に関する点検

気象要因によって劣化すると、人工芝が柔軟性を失いもろくなるとともに、基盤の布地も硬化することが経験上わかっている。写真 I-4.8.1 は気象要因劣化促進試験前後の袋材を比較したものである。若干、試験後の袋材は色が薄くなっているに感じられるが、ほとんどその違いはわからない。したがって、直接手で触ってみて硬化していないか、脆弱になっていないかを確認することで点検する。



写真 I-4.8.1(1) 気象要因劣化促進試験前



写真 I-4.8.1(2) 劣化促進試験 7,500 時間後
(強度保持率:軸方向 55% 周方向 54%)



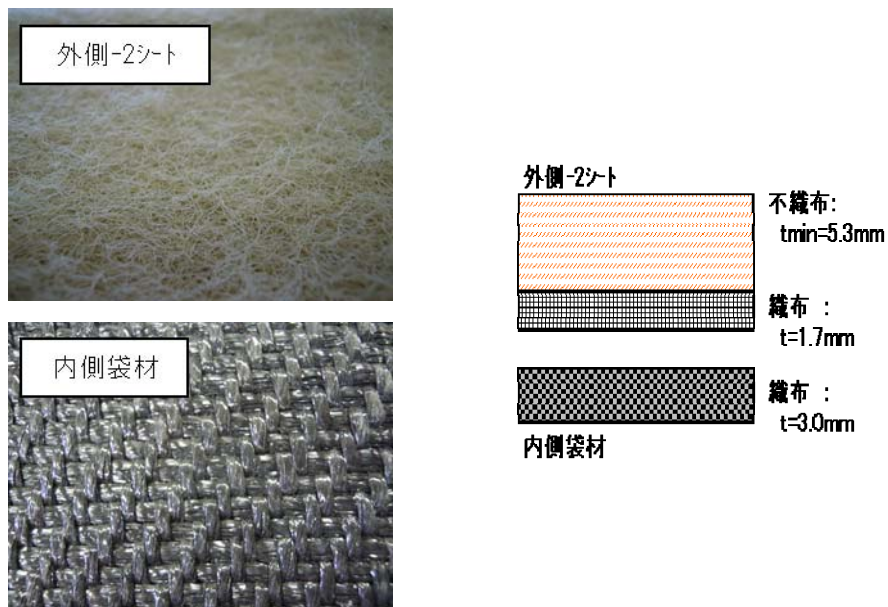
写真 I-4.8.1(3) 試験前後の比較

摩耗劣化および気象要因劣化は両方が並行して起こる場合が多いため、目視による点検では劣化度を一概に判断しがたい場合がある。健全度に疑問を感じた場合は、すぐにメーカーの専門スタッフを招集し、意見を伺うことが肝要である。

(3) B 社袋材の摩耗劣化の点検と健全度評価の例

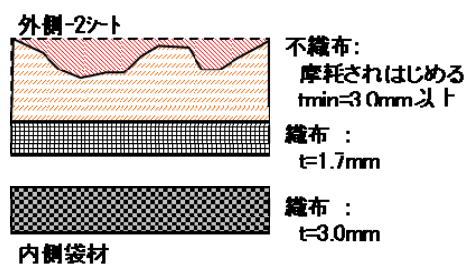
図 I-4.8.6 は B 社袋材のウォータージェット式摩耗促進試験の試験結果から作成した点検支援カルテ例をもとに袋材の摩耗劣化進行状況と健全度を例示する。図は例示しないが、養浜砂で覆われた状態が健全度 D である。図 I-4.8.6(1) は養浜砂が流失し袋材が露出した状態である。この状態から袋材の摩耗劣化が始まるので健全度 C とした。図 I-4.8.6(2) は外側袋材の不織布の摩耗が始まった状態であり健全度 C とした。図 I-4.8.6(3) は摩耗が進行して外側袋材の下地織布が見え始めた状態であり、健全度 B とした。図 I-4.8.6(4) は下地織布が摩耗されている状態であり、外側袋材は破損してもおかしくない状態であること

から健全度 A とした。図 I-4.8.6(5) は外側袋材が破損し、内側袋材が摩耗され始めた状態であり、健全度 A とした。



<コンクリート摩耗量 0mm 強度保持率：外袋材：周方向・軸方向 100%
内袋材：周方向・軸方向 100%>

図 I-4.8.6 (1) 養浜盛土が流失し袋材が露出した状態 健全度 C

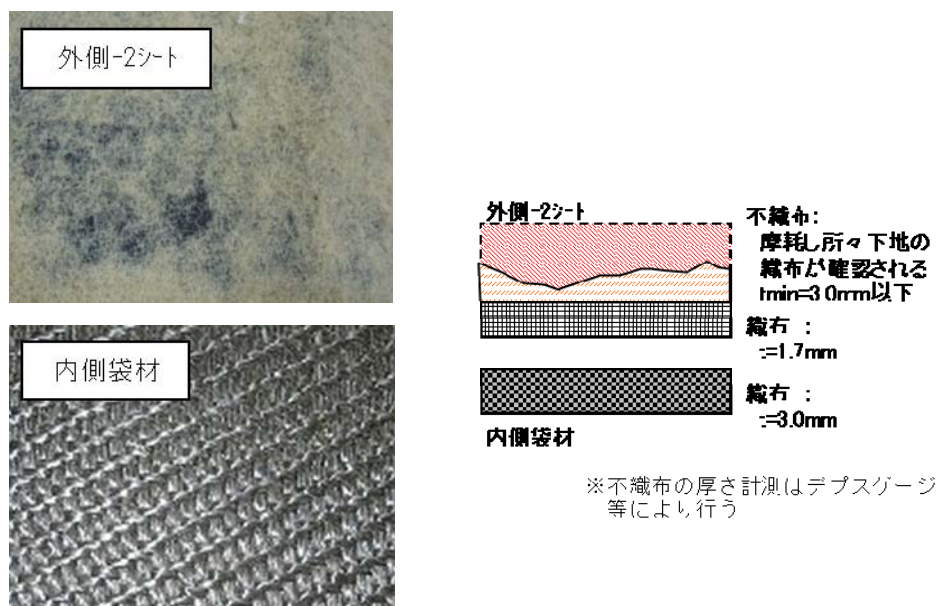


※不織布の厚さ計測はデプスゲージ等により行う

<コンクリート摩耗量 0~1mm 強度保持率：外袋材：周方向・軸方向
内袋材：周方向・軸方向>

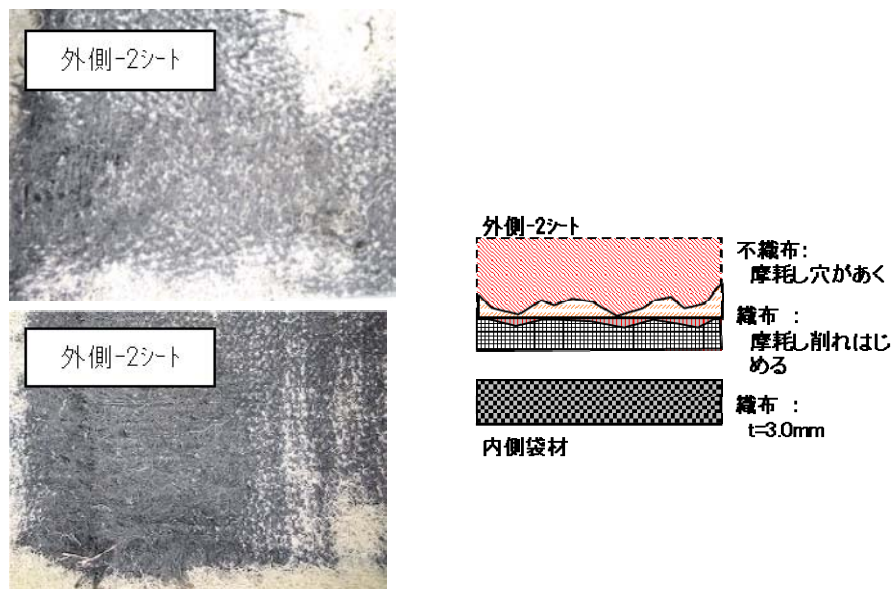
図 I-4.8.6 (2) 外側袋材が露出し摩耗し始めた状態 健全度 C

I-4 施工管理、点検・維持管理



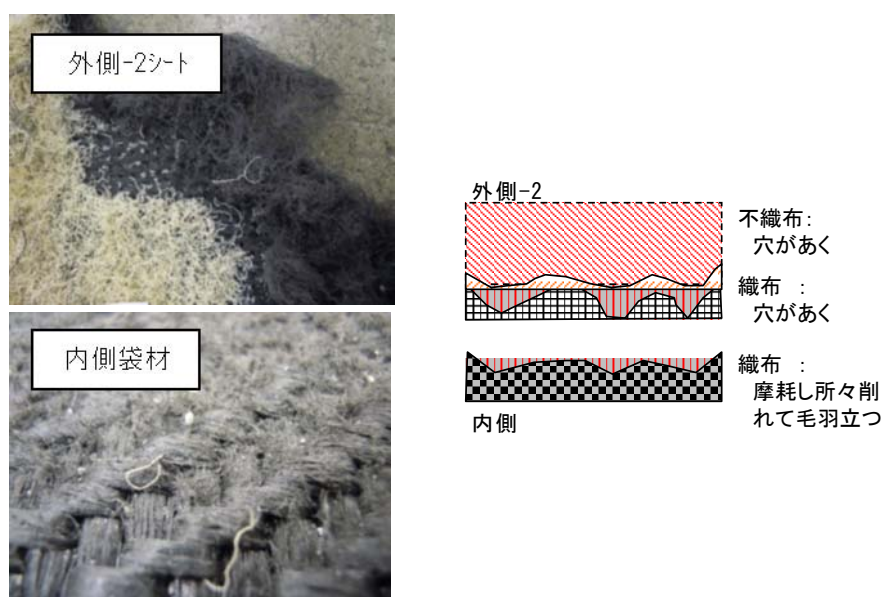
<コンクリート摩耗量 1.48mm 強度保持率 外袋材：周方向 78% 軸方向 97%
内袋材：周方向 83% 軸方向 99%>

図 I-4.8.6 (3) 外側袋材が摩耗し袋材が強度低下し始めた状態 健全度 B



<コンクリート摩耗量 2.96mm 強度保持率 外袋材：周方向 73% 軸方向 87%
内袋材：周方向 81% 軸方向 97%>

図 I-4.8.6 (4) 外側袋材が基盤布地まで摩耗した状態 健全度 A



＜コンクリート摩耗量 4.43mm 強度保持率 外袋材：周方向 0% 軸方向 32%

内袋材：周方向 72% 軸方向 65%＞

図 I-4.8.6 (5) 外側袋材が破損し、内側袋材が直接摩耗され始めた状態 健全度 A

I-4 施工管理、点検・維持管理

I-4.9 補修、撤去・更新

浜崖後退抑止工の主要部を構成するサンドバックに自然もしくは人為的な原因による損傷が生じたときに備えて、補修の方法等を事前に維持管理計画に定めることを標準とする。また、補修による対処が不可能と判断する基準と、その場合の撤去方法についても事前に維持管理計画に定めるものことを推奨する。

補修方法、撤去・更新方法については、サンドバックの損傷原因、損傷状態、設置条件、周辺環境への影響を考慮して検討する。

サンドバックの撤去においては、袋材の取り残しが発生しないよう、最下段サンドバックの基盤まで掘削していること、サンドバック袋材が完全に撤去できていることを確認することを標準とする。

解 説

(1) 補修方法

サンドバックが損傷を受けた場合に中詰め材が流出しないための補修としては、表 I-4.9.1 に示す方法が挙げられる。基布のカバー工法は、損傷した部分より大きめの新しい基布を当てて、縫製または接着材を用いて取り付けるものである。その他にも海外では、高密度ポリエチレンで損傷部を覆いボルトで固定する方法やポリウレアエラストマーを吹き付けて樹脂コーティングする補修方法も提案されている⁵⁾。

表 I-4.9.1 サンドバック補修例

方法	方法	特徴
基布のカバー工法	損傷した部分に基布を当てて、サンドバックの基布に縫製または接着材により取り付ける。	簡易的に作業が可能。但し、接着材を用いてカバー用基布を貼り付ける場合は、事前に必要な接着材の強度・伸びなどを確認する必要がある。
樹脂コーティング方法	損傷部分に樹脂（ポリウレタン、ポリウレア、エポキシなど）を塗布して補修する。	樹脂の種類や塗布の厚さにより縫製以上の引張強度を有する。但し、引張強度、耐候性、耐摩耗性について事前に確認する必要がある。

1) 事例 1

・損傷の概要

サンドバック前面の洗掘により、サンドバックが変形し、材料の接合部が剥がれ始めた（写真 I-4.9.1(a)）。それ以上の剥がれを防止するため、補修を行った。

・補修方法

基布のカバー工法（表 I-4.9.1）にて補修を行った。接着剤は事前に引張強さ試験を行い、接合部引張強さ＜接着剤接合強さ≒本体強度であることを確認した上で、選定した（写真 I-4.9.2）。サンドパックの表面から砂を取り除き（写真 I-4.9.1(b)）、接着剤を塗布し（写真 I-4.9.1(c)）、基布を接着した。



写真 I-4.9.1 基布のカバー工法（接着剤）による補修例

- a) 接合部の剥がれの状況、b) 接着面からの砂除去
c) 接着剤の塗布、d) 補修後の状況

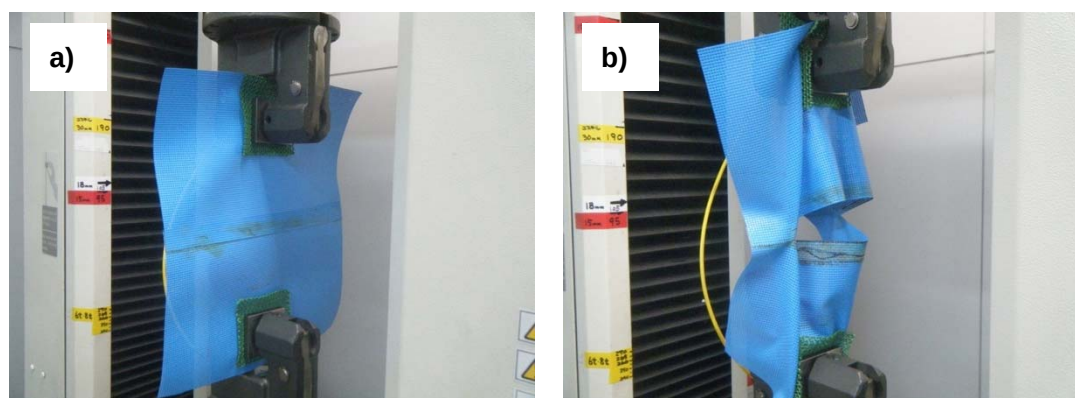


写真 I-4.9.2 接着による接合強度の確認例

- a) 引張強度試験前、b) 試験後

I-4 施工管理、点検・維持管理

(参考) 引張せん断接着強さ試験 (写真 I-4.9.2) の方法

カバー材の接着強度を事前に把握するために、日本接着剤工業規格のウレタン樹脂系建築用接着剤 JAI 12-1996 及び日本工業規格 JIS-L1096 に準じて、基布の接着強度試験を行う。3cm 幅に切り取った試験片を 12.5mm 重ねた部分に樹脂を 200g/m² を均等に塗布して 20 分以内に接着面をはり合わせて固定する。樹脂材の硬化時間まで放置した後、引張試験機に取り付けてつかみ間隔の 20±5%/min の速度で引張る。試験片の数は 5 本とする。試験片が破断するまでの最大荷重を測定する。

2) 事例 2

・損傷要因

埋戻し時にバックホウのバケットが接触し、写真 I-4.9.3(a)のように、かぎ裂きにシートが引裂かれた。中詰め材の流出を防ぐため、補修を実施した。

・補修方法

写真 I-4.9.3(b)のように引裂き部の糸のほつれ等を除去する。内側に吸出し防止材(不織布)を敷込み、写真 I-4.9.3(c)のように引裂けた部分と新しいシートを縫製した。

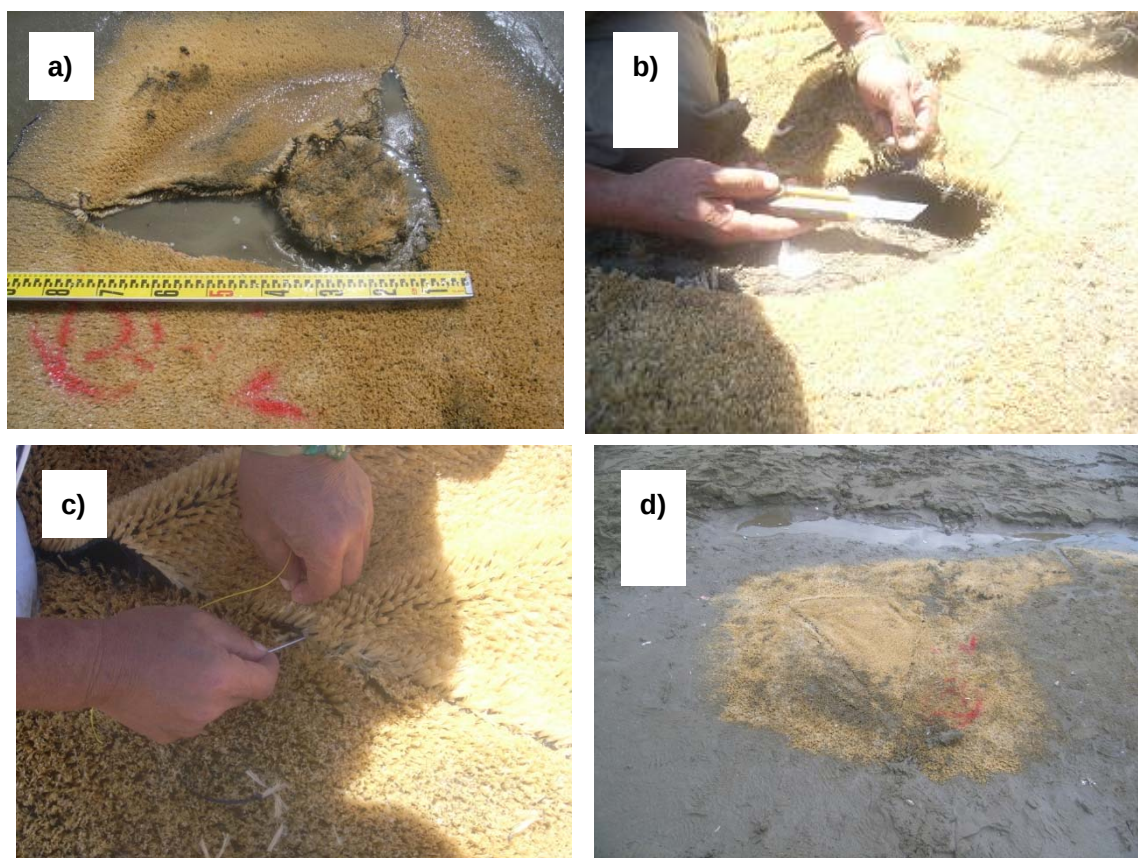


写真 I-4.9.3 基布のカバー工法(縫合)による補修例

a) バケット接触による損傷状況、b) ほつれの除去、c) 縫製状況 d) 補修後の状況

3) 事例3

・損傷要因

埋戻し時にサンドバック直上でバックホウのキャタピラが旋回し、写真 I-4.10.4(a)のように、外側シート（不織布＋織布）の不織布が剥がれたため、補修を実施した。

・補修方法

写真 I-4.9.4(b)のように剥がれた不織布と織布の接触面の砂を除去し、接着剤で貼り付けたうえで写真 I-4.9.4(c)のように縫製した。更に、写真 I-4.9.4(d)のように剥がれた不織布の境界にホットメルトを塗布し、界面剥離を防止する対策を講じた。

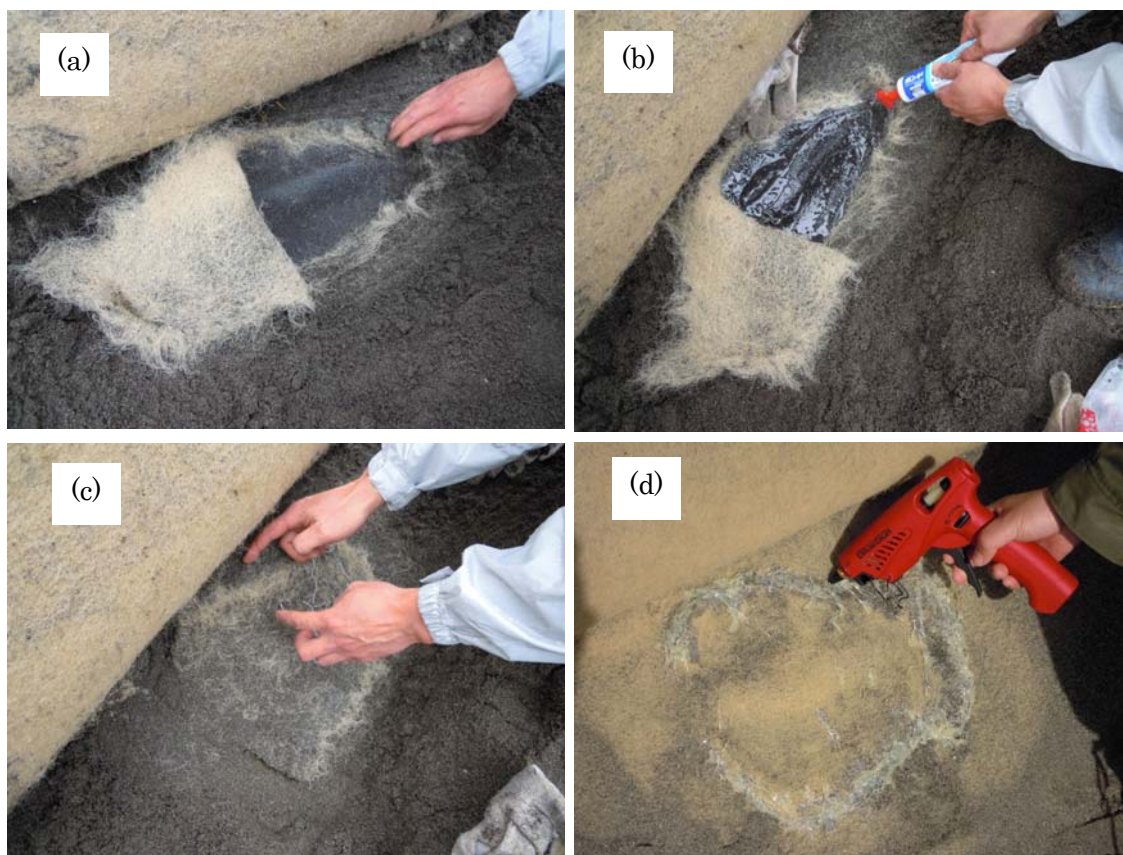


写真 I-4.9.4 不織布の縫製および接着による補修例

(a)カタピラ旋回による損傷状況、(b)接着状況、(c)縫製状況 (d)接着状況

(2) 補修

a) 補修方法の選定

上述のとおり、サンドバックの補修方法は複数あるが、サンドバックの構造と損傷状況によって採用すべき補修方法は異なるので、施工の際には図 I-4.9.1 に示すような補修方法の選定フローを作成しておき、損傷が発見された時に迅速に対応できるようにしておく。

I-4 施工管理、点検・維持管理

b) 要補修時期の推定

摩耗による損傷のように事前に試験を実施しているものについては、試験結果の際に、致命的な損傷が起きる前段階に起こる予兆を把握しておけば、基布の状態に応じた損傷までの時間的猶予を推定することができ、補修計画の策定に役立つ。図 I-4.9.2 は回転ドラム型摩耗試験によって、損傷が起こる前の予兆として基布の表面に毛羽立ちが発生することが把握されたことを踏まえて、現地海岸における予兆の発生と損傷までの猶予時間を推定したものである⁶⁾。事前にこのようなタイムラインを作成しておくことを推奨する。

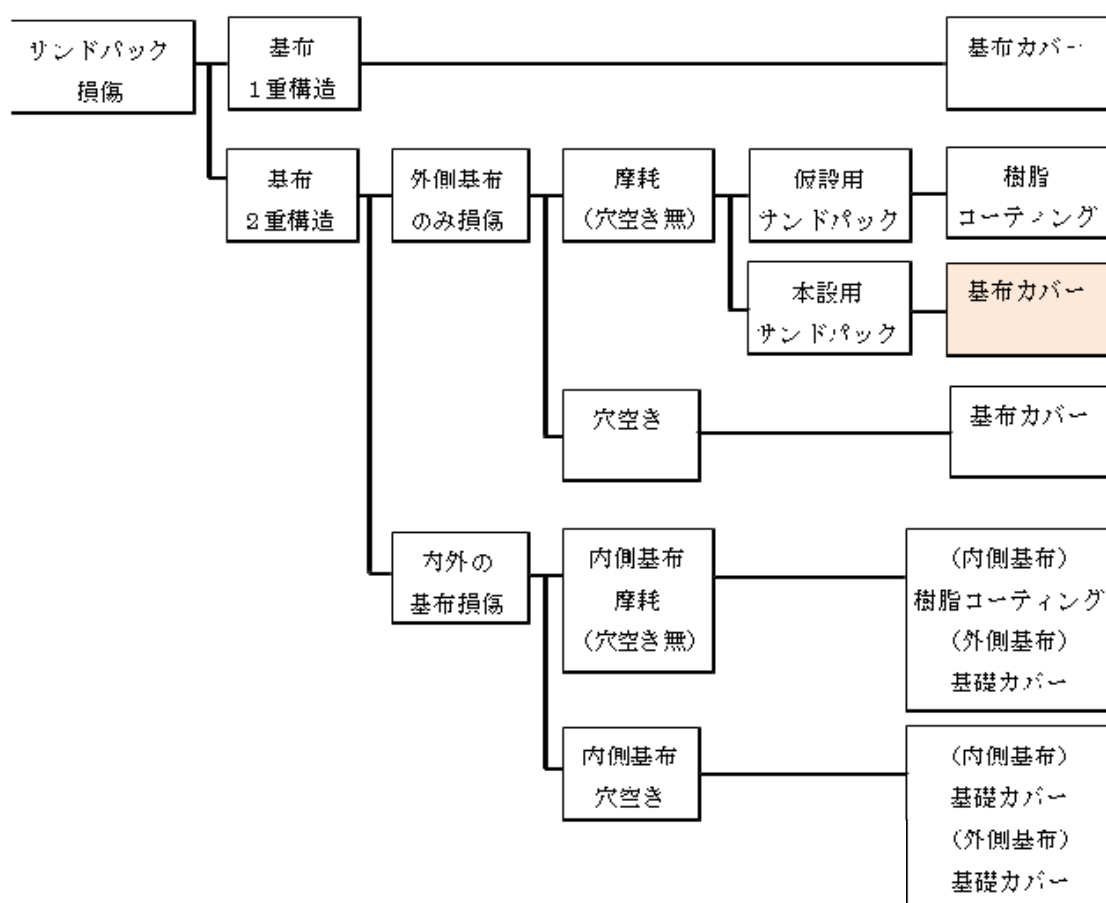
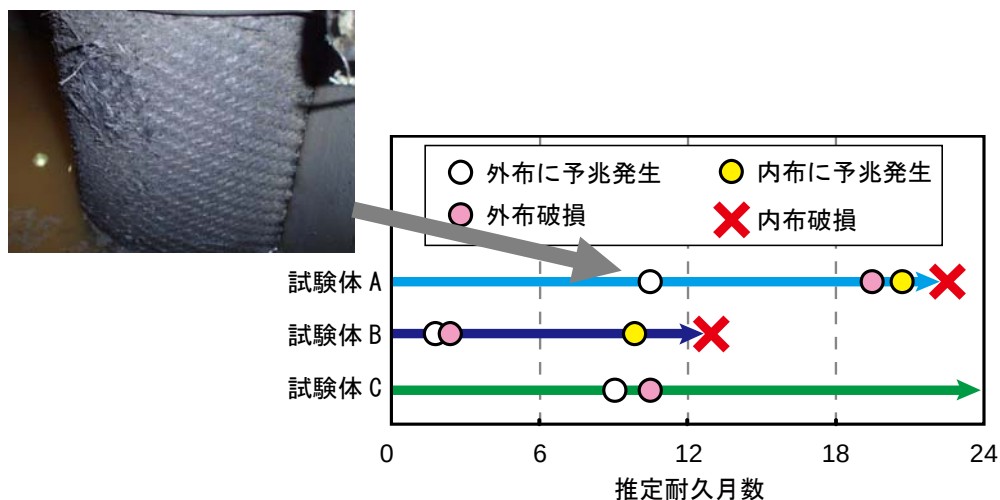


図 I-4.9.1 サンドバック補修フロー図

図 I-4.9.2 促進摩耗試験結果をもとにした要補修・更新時期の推定の例⁶⁾

c) 補修・更新の判断基準

補修の判断基準は表 I-4.9.2 のように、変状の種類ごとに作成し、補修不可能と判断する基準を定めておく。この時の基準は裂けや穴あきのように具体的な数字を示すことができるものもあるが、サンドパックの側方変形のように変状連鎖によって次の段階の変状が発生した場合を判断基準とすることも考えられる。補修方法もあわせて整理し、上述の損傷のように条件によって補修方法を使い分ける場合には別途、図 I-4.9.1 のような補修フローを参照するよう明記しておく。

表 I-4.9.2 補修の判断基準の例

変状の種類	補修方法	補修不可能とする基準
袋材の切創	補修フローに基づき選定	切創の長さが 1m 以上
袋材の裂け	補修フローに基づき選定	裂け幅が 20cm 以上
袋材の穴あき	補修フローに基づき選定	穴の面積が 100cm ² 以上
天端高の低下	小型サンドパックの積み増し	撤去しない
接地面の不陸増大	オーバーハング部分への袋詰め玉石の設置	地盤高の差が 50cm 以上
サンドパックの側方変形	変形により生じた端部の隙間に袋詰め玉石を設置	側方変形によって袋材に裂けが発生

I-4 施工管理、点検・維持管理

(3) 撤去方法と留意事項

サンドバックは袋材を破いて中詰材を取り出せば撤去できるので、写真 I-4.9.5 に例示するようにブロックに比べて撤去作業が容易であり、これはサンドバックの長所である。しかし、サンドバックが浜に埋没している場合にはとり残しが発生する場合がある。袋材の取り残しは海岸利用者に迷惑を及ぼすので、サンドバック積層体を撤去する際には、袋材を取り残すことがないように実施しなければならない。取り残しを生じさせないポイントは、最下段サンドバックの基盤まで掘削しサンドバックを露出させて確認すること、撤去時にとり残しがないことを確認することの 2 点である。侵食が激しい場所では、サンドバックが変形して設置時の基盤高よりも深く埋没している可能性もあるので、基盤高まで掘削したことを確認するのはもちろんのこと、サンドバックの存在そのものを確認すること、回収時に袋材を取り残していないことを確認することが重要である。

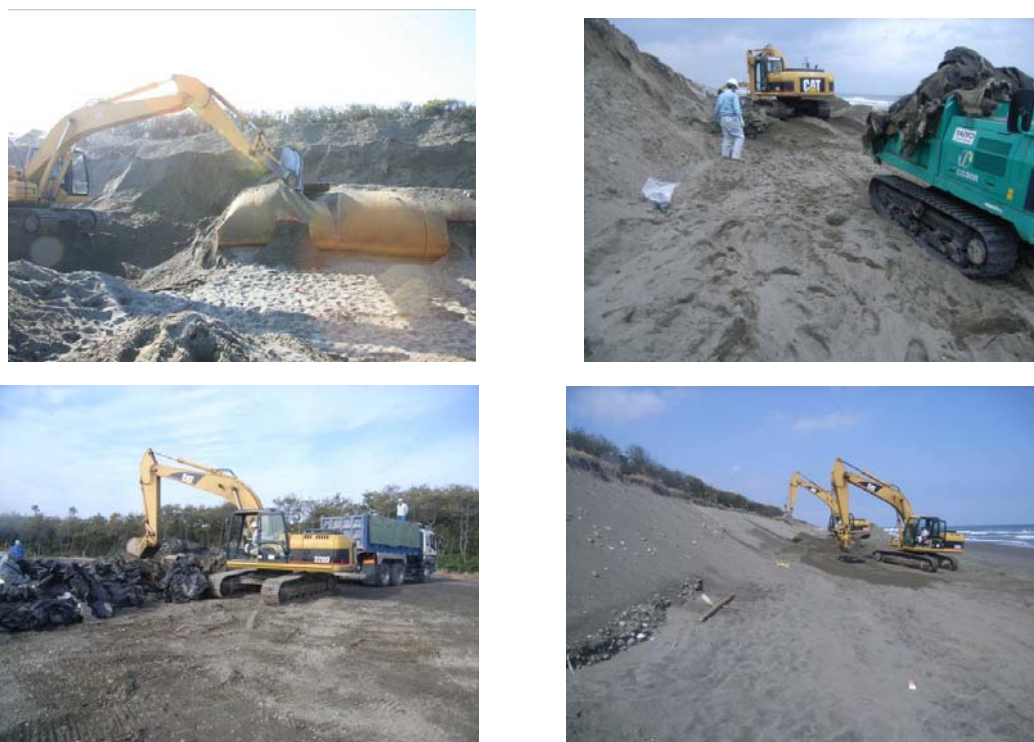


写真 I-4.9.5 サンドバック撤去状況事例

(左上：解体、右上：袋材回収・運搬、左下：袋材産廃処理、右下：埋戻し)

1) 事例 サンドバックの取り残し

宮崎海岸住吉地先でサンドバックの現地試験を終了後、サンドバックを撤去したが、その後の波浪と侵食で袋材を取り残していることが判明し、残存袋材の搜索・撤去を行うとともに原因究明と再発防止を検討した。

a) 残存・露出状況

平成 25 年 10 月 8 日に台風 24 号の影響で海岸が侵食し、取り残した袋材が露出した（写真 I-4.9.6）。



写真 I-4.9.6 取り残しサンドバック袋材の露出状況

（左上：侵食に伴って露出した前田工織の最下段底部袋材、
右上・左下：侵食の状況と露出した袋材、右下：汀線付近に見られた残存袋材）

b) 撤去作業

撤去作業の状況を図 I-4.9.3 に示す。残存袋材が見えている箇所のみならず袋材の残存がないか確認するため、下段サンドバック設置位置を現地で復元し、バックホウで掘削し袋材が残存していないか確認しながら撤去を進めた。その結果、袋材の残存は前田工織（株）のものが 9 割以上で、三井化学産資（株）、ナカダ産業（株）の残存袋材は破片程度であった。前田工織（株）は、下段サンドバックの底部の 8 割もの袋材を取り残していた。

I-4 施工管理、点検・維持管理



図 I-4.9.3 袋材取り残しの確認及び撤去状況（左上：設置位置復元、
右上：取り残しの確認、左下：取り残し袋材の回収、右下：回収された袋材）

c) 取り残し発生原因の考察

撤去時の作業状況を聞き取りした結果、前田工織（株）にのみ大量の取り残しが出た要因については以下のように考察された。

- ナカダ産業（株）のサンドバックは地盤低下により変形し埋没していたことから、袋材が設置基盤高より深く埋没していることを想定し、慎重に深く掘削していたため取り残しが少なかった。
- 隣接する三井化学産資（株）は、同じくらいナカダ産業（株）と同じくらい掘削したことから、やはりとり残しが少なかった。
- 前田工織（株）は、サンドバックが変形していなかったこと、最初に撤去作業を行い三井化学産資（株）撤去の侵入路ともなっていたことから、袋材を取り残すかもしれないという想定が十分でなかった。

取り残しの発生原因は、図 I-4.9.4 及び以下ように推定された。

- 撤去時、上段は露出していたが下段は砂に埋まっている状態であった。撤去は下段設置敷設高さまでサンドバックの海側のみを写真 I-4.9.7 のように床掘りし、写真 I-4.9.8 のように上段と下段を同時に撤去した。その際、上段サンドバックの中詰

材がそのまま床掘り穴にこぼれ出し、下段サンドバックを撤去する際に下段設置敷設高よりも浅い状態で作業を行うことになった。そのため、下段底面部の袋材をそのまま残した。(図 I-4.9.4 参照)

- 中詰材を埋戻し土砂として使用する際に袋材の破片の除去が十分でなかった。
- 袋材回収後に数量の確認を行わなかった。



写真 I-4.9.7 撤去時の床掘り状況



写真 I-4.9.8 の上段・下段の同時撤去状況

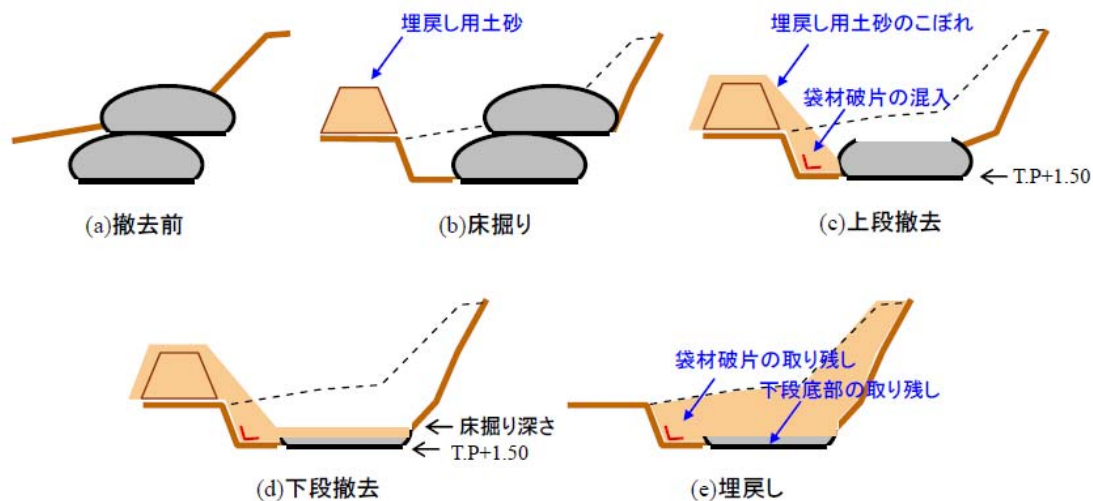


図 I-4.9.4 袋材取り残しの発生原因推定

I-4 施工管理、点検・維持管理

d) 再発防止策の提案

図 I-4.9.5 及び以下に今回の事案を踏まえた袋材取り残しの再発防止策を提案する。

- 下段サンドバックの設置敷高まで床掘り深さを十分に確保して掘削し、撤去するサンドバックを露出させる。
- 床掘り幅（左右+1.0m）、床掘り勾配（1:1.5）を確保し、床掘りの埋め戻りを防止する。
- 上段サンドバックと下段サンドバックの撤去作業は別々に行い、中詰材による埋め戻りとそれによる取り残しを発生しにくくする。
- 撤去・回収後に袋材の数量（面積）を計測し、取り残しがないことを確認する（表 I-4.9.3 に例示）。

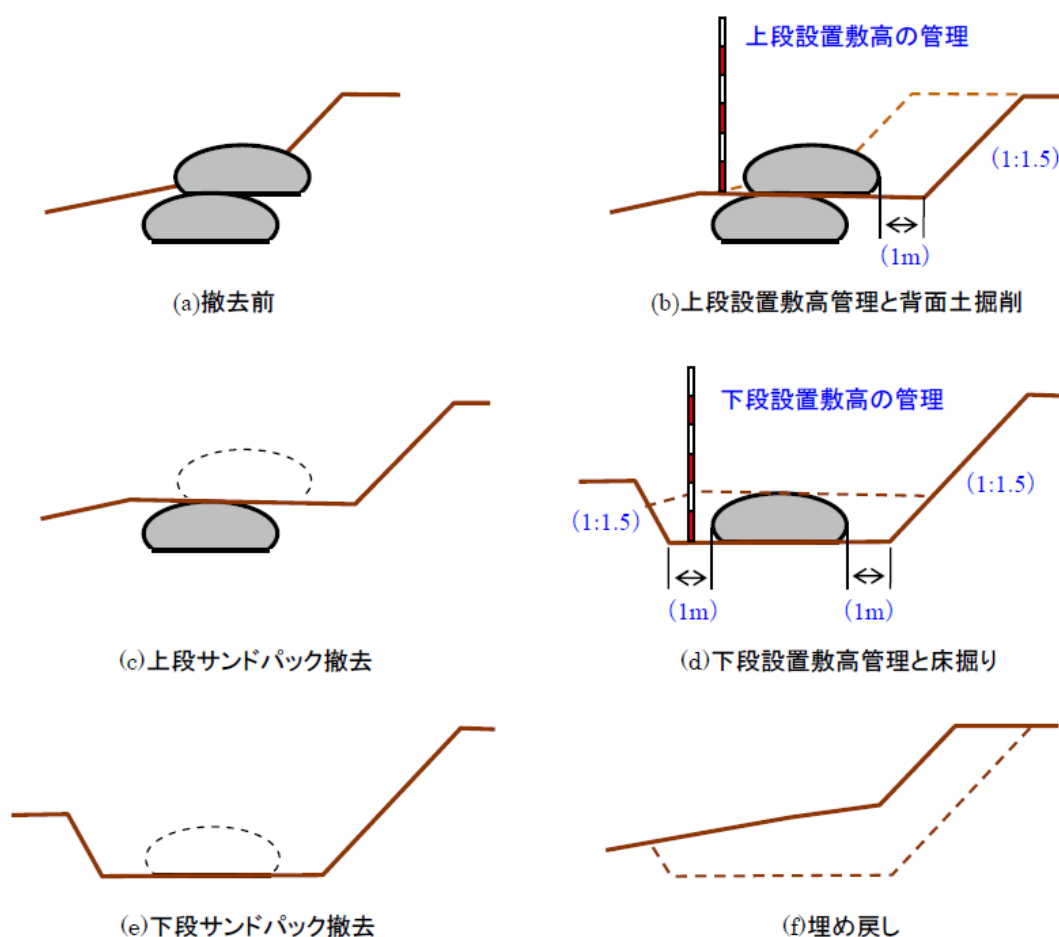


図 I-4.9.5 袋材取り残し再発防止策の提案

表 I-4.9.3 撤去・回収袋材の数量確認事例（宮崎海岸袋材取り残し撤去作業時）

	
① $3.0\text{m} \times 1.6\text{m} = 4.8 \text{ m}^2$	② $2.0\text{m} \times 2.8\text{m} = 5.6 \text{ m}^2$
	
③ $2.0\text{m} \times 2.0\text{m} = 4.0 \text{ m}^2$	④ $2.5\text{m} \times 2.0\text{m} = 5.0 \text{ m}^2$
	
⑤ $1.6\text{m} \times 1.6\text{m} = 2.56 \text{ m}^2$	⑥ $4.0\text{m} \times 1.5\text{m} = 6.0 \text{ m}^2$
	
⑦ $2.5\text{m} \times 0.5\text{m} + 1.5\text{m} \times 0.5\text{m} = 2.0 \text{ m}^2$	⑧ $2.0\text{m} \times 2.5\text{m} = 5.0 \text{ m}^2$

I-4 施工管理、点検・維持管理

	
⑨ $1.8\text{m} \times 1.6\text{m} = 2.88 \text{ m}^2$	⑩ $2.5\text{m} \times 2.0\text{m} + 1.0\text{m} \times 1.0\text{m} = 6.0 \text{ m}^2$
	
⑪ $2.0\text{m} \times 4.0\text{m} = 8.0 \text{ m}^2$	⑫ $1.0\text{m} \times 1.0\text{m} + 0.8\text{m} \times 2.4\text{m} = 2.92 \text{ m}^2$
	
⑬ $2.0\text{m} \times 2.0\text{m} = 4.0 \text{ m}^2$	⑭ $3.8\text{m} \times 1.6\text{m} + 0.5\text{m} \times 0.8\text{m} = 6.48 \text{ m}^2$
合計面積：$\Sigma A = 65.24 \text{ m}^2$	

参考文献

- 1) Namias, V. (1985): Load-supporting fluid-filled cylindrical membranes, Journal of Applied Mechanics, 52(4), pp.913-918.
- 2) Leshchinsky, D., O. Leshchinsky, H.I. Ling and P.A. Gilbert (1996): Geosynthetic tubes for confining pressurized slurry: some design aspects, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.122, No.8, pp.682-690.
- 3) Lawson, C.R. (2008): Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering, Geosynthetics International, Vol.15, No.6, pp.384-427.
- 4) 農林水産省農村振興局防災課・農林水産省水産庁防災漁村課・国土交通省河川局海岸室・国土交通省港湾局海岸・防災課(2008)：ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）～堤防・護岸・胸壁の点検・診断～， 111p.
- 5) Restall, S.J., Jackson, L.A., Heerten, G. and Hornsey, W.P.(2002): Case studies showing the growth and development of geotextile sand containers: and Australian perspective, Geotextile and Geomembranes, Vol.20, pp.321-342.
- 6) 渡邊国広・諏訪義雄・野口賢二・関口陽高(2011)：砂袋で海岸をまもる～袋詰め工の実用化に向けた現地実験， 土木技術資料， Vol.53, No.4, pp.38-41.