

新しい法覆工・3D protection パネル工法



所属名: (社)全国特定法面保護協会
ライト工業(株)
技術本部 環境緑化グループ
池田 桂

1. はじめに

従来の平面的な金網形状とは異なる、独自の3次元(立体)形状をもつパネルによる新しい法覆工について紹介する。

2. 工法の概要

3D protection パネル工法は、従来の平面的金網とは異なる、3次元(立体)形状パネル(厚さ8cm)に砕石等を充填することにより、多自然型護岸に対応した工法である。

従来は、かご工やジオテキスタイルで対応していた河川護岸、ダム湖岸、道路のり面の保護・安定や排水溝(明渠)等にも適用できる。目的に応じて鉄筋挿入工を併用できる。

当技術は、(財)土木研究センターで水理性能試験を行い、耐流速性能の評価を受けている。また、塩水噴霧試験(JIS Z 2371に準拠)を行い、パネルが高い耐食性を有することを確認している。

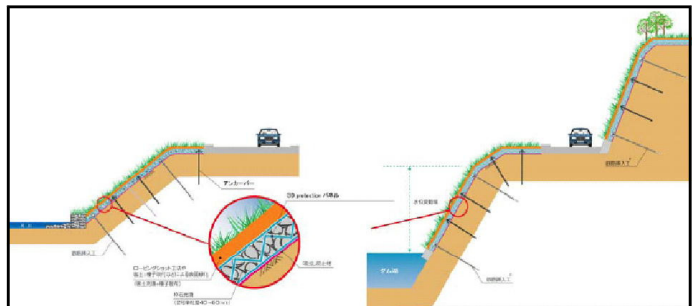


図-1 河川護岸・ダム湖岸・道路のり面 断面図

3. 3D protection パネルの特徴

- (1) 1枚の鉄板に切り込みを入れ引き伸ばして3次元(立体)形状としているため、溶接により立体としたものと異なり、パネルの強度が高い。
- (2) 3次元トラス形状のため1枚(1.2×3.2×0.08m)のパネルの重さは約11kgと軽量でありながら、ある程度の強度がある。
- (3) 亜鉛メッキ+PVCコーティングの2重防錆処理をしているため、錆びにくい。

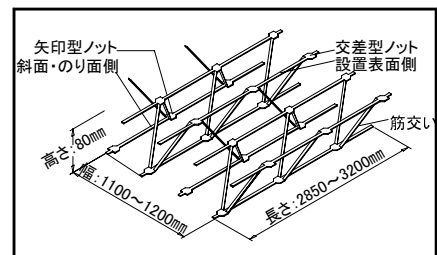


図-2 3Dパネルの形状

4. アンカーバーの特徴

- (1) 頭部に半円型のフックつきのため補強鉄筋と連結でき、パネルと一体化した面的なおさえ効果が期待できる。
- (2) T字バーでフックつきのため地山へ打ち込んだ後、確実に固定される。
- (3) 長さは600~1000mmがあり、1000mmのものを標準として用いる。

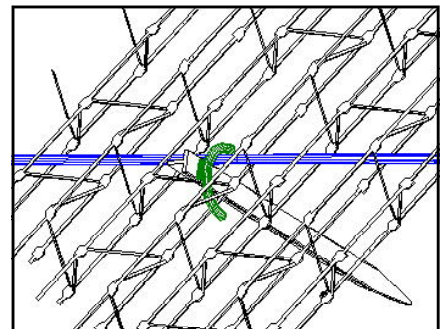


図-3 アンカーバーの打設方法

5. 施工方法

- (1) パネルは斜め45度に設置した後、補強鉄筋を水平方向に設置し、アンカーバーで固定しパネルと一体化する。
- (2) バックホウ等により粒径40～60mmの碎石充填を行う。
- (3) 必要に応じ客土(土羽・表土)や種子散布等を行う。

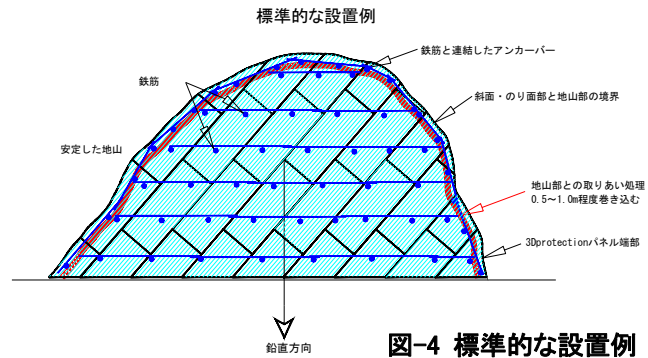


図-4 標準的な設置例

河川護岸での施工手順を示す。



①3D protection パネル設置



②アンカーバー設置



③バックホウによる碎石充填



④客土充填+種子散布



⑤植生工完了

6. 水理性能試験

河川護岸での3Dパネルの水理特性値を評価する目的で(財)土木研究センターで試験を行った。

試験方法は、『護岸の力学設計法』において掃流による破壊形態に分類される法覆工(捨石護岸、籠詰り等)の照査に用いる相当粗度 k_s 、限界掃流力 τ_*d の水理特性値を管水路試験装置による計測値から求めた。

流量は $Q=400\text{l/S}$ 、平均流速 $V=4.44\text{m/s}$ とし、全面移動と判断した時点で試験完了した。

試験結果は次のとおりである。

- ① 中間移動の流速が捨石護岸と比較して非常に大きく、耐流速性が大幅に高まる。
- ② 3Dパネルの軽量性、碎石の充てん性など施工性が優れる。
- ③ 施工性と維持管理面からトータルコストの縮減が期待できる。



写真-1 試験状況

表-1 試験結果

	設計水深 Hd(m)	限界流速Vd(m/s)	
		3Dprotection パネル工法	捨石護岸 (比較)
河道底面設置 (平坦)	3.0	3.68	2.94
法面設置 (1:3.0)	3.0	3.45	2.75
法面設置 (1:2.0)	3.0	3.15	2.52

7. 塩水噴霧試験

護岸など水の影響の大きい立地条件で用いる場合が多いため、パネルの耐食性を確認する目的で試験を行った。

試験方法はJIS Z 2371に準拠した。パネルの切断部は無処理とし、予めパネル表面にキズをつけた供試体も準備した。

試験結果は、200時間経過後、パネル全体に白錆が発生するものの、キズの有無にかかわらず、パネル金属部への腐食進行は見られず、耐食性に問題のないことが確認された。



写真-2 塩水噴霧試験前



写真-3 試験後(200時間後)

8. 凍害

欧州の積雪寒冷地であるオーストリアを中心とした山間部、例えば、レツヒスキー場(オーストリア)のゲレンデ修復や、スイス電力発注のイタリアのダム湖の湛水面の保護を行っている。

施工現場では、3D protection パネル表面に着氷し華ができるほどの低温を経験しているが、凍上被害は全く報告されていない。

9. 植生後の耐流速性能

オーストリアのフォルヒテンスタイン・ダム湖でウィーン大学と共同で最大流速と耐浸食性に関する水理実験を、パネル設置箇所とパネル設置無し(吸出し防止材+菱形金網)の表面を緑化した状態で比較した。

ウィーン大学が実験・測定した流速は、流れの先頭部分の流速で3.58 m/s~6.14 m/sであった。

その結果、パネル有箇所(写真左)は部分的な表面客土の流出が発生したが、パネルや中詰め碎石は健全な状態を保持していた。パネル無(吸出し防止材+菱形金網)箇所(写真右)は、実験開始10分後までに深さ40cmの浸食(地山まで影響)が発生した。



写真-4 耐流速性試験状況(貯水流下)

10. 施工事例

(1) 道路のり面崩壊防止対策事例

工事概要: ルート1897沿いの道路改良工事に伴うのり面崩壊防止対策

施工場所: ドイツ国バーデン=ヴュルテンベルク州

施工概要: 3D protection パネル・鉄筋挿入工・客土吹付工

A=1,700m²

(勾配: 60~65° 直高: 5.0~7.0m)



写真-5 耐流速性試験完了

(2) 地すべり地対策の排水溝(明渠部)事例

場所:北イタリア(南チロル)セントクリスチナ(St.Christina)

工法:明暗渠排水工(明渠部に3Dパネル採用)

施工概要:3D protection パネル・砕石充填・亀甲金網



事例(2) 施工完了

(3) リヴィーニョ湖(ガッロ・ダム湖)の湖岸対策

工事概要:リヴィーニョ湖岸保護工事

施工場所:イタリア共和国ロンバルディア州ソンドリオ県

施工概要:3D protection パネル・アンカーバー・砕石充填・亀甲金網 A=400m² (標高1,816m)・水位変動域の波浪浸食防止対策



事例(3) 施工完了

(4) 道路のり面の保護 (2007年8~9月施工)

工事概要:市道笹目線下河戸線法面保護工事

発注者:大田原市(栃木県)

元設計は、簡易のり枠であったが、既施工の枠の背面が長期的にすいてくる問題が生じており、土砂法面での凍上防止や豪雨対策として有効という理由で当工法が採用された。

施工概要:3D protection パネル・アンカーバー・砕石充填・客土(土羽)2cm・客土吹付工2cm A=600m²



事例(4) パネル設置状況

(5) 谷止工(治山ダム)まわり斜面復旧 (2007年8月施工)

工事概要:登別温泉地区災害関連緊急治山工事

発注者:林野庁後志森林管理局

元設計:ラス張工+厚層基材吹付工であったが、沢地形で大雨時にかんりの流下水があり既施工の厚層基材が洗掘された箇所があり、洗掘防止に当工法は有効という理由で採用された。

施工概要:3D protection パネル・アンカーバー・砕石充填・金網張工 A=450m²



事例(4) 施工完了

(6) 千歳川護岸工事

2007年10月に施工予定である。

1.1. 工法比較

道路のり面および河川護岸の比較表は次頁に示すとおりである。

1.2. おわりに

現在までに、国内では水の影響の大きい谷止工(治山ダム)周りの斜面復旧、道路のり面の保護、河川護岸に採用された実績がある。今後は、ダム湖岸や構造物の壁面緑化工事等への適用にも向け、幅広く展開していく予定である。






事例(5) 全景

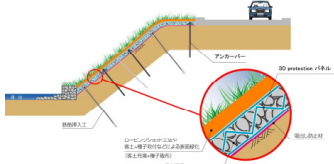
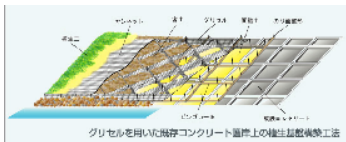
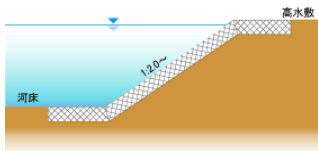


事例(5) 施工完了

道路のり面保護工法 比較表

	3D protection パネル工法	簡易吹付のり砕工法	モルタル・コンクリート吹付工
工法概要	3次元パネル(8cm)と碎石充填の組み合わせにより斜面の表層侵食防止を図る工法	吹付モルタルによるのり砕と砕内植生基材吹付けによる工法	金網を設置した後、モルタルまたはコンクリートを5~20cmに吹付ける風化防止工法
概略図		 吹付のり砕	
経済性	7,500円/㎡ <small>(3Dパネル・吸出防止材設置・碎石充填など材工費)</small>	8,265~10,328円/㎡ <small>(A~Mタイプ材工費 枠間隔1.3m 枠高10cm 枠内吹付厚5cm NETIS参照)</small>	3,600~7,550円/㎡ <small>(厚Mo5cm~Co20cm 土木コスト情報2007年7月版 広島県参照)</small>
勾配	1:0.5まで ○	1:0.6まで ○	急勾配可 ◎
耐凍上性・耐背面空洞化	トラス形状・碎石・面的おさえ効果 ◎	のり砕背面空洞化 △	凍上・乾湿繰り返し △
表面剥離崩壊	ある程度の抵抗力 ○	ある程度の抵抗力 ○	抵抗力なし △
プラント	バックホウのみ ◎	モルタル吹付機・空気圧縮機(大)・発動発電機(大)・トラクタショベル △	モルタル吹付機・空気圧縮機(大)・発動発電機(大)・トラクタショベル △
熟練度	低い ◎	高い(吹付作業) △	高い(吹付作業) △
景観性	碎石(自然物)・緑化 ◎	のり砕(構造物・当初) △	モルタル・コンクリート面 ×
総合評価	◎	○	△

河川護岸緑化工法 比較表

	3D protection パネル工法	ジオテキスタイル	かご工 (植生蛇籠・かご平張)
工法概要	三次元形状のパネルに粒径40~60mmの碎石を充填できる法覆工。	アンカーボルト打設・グリセル固定法砕形成後、中詰め植生を図る。	鉄線で作られた籠と中詰石(粒径150~200mm)による法覆工。 <small>中・下流域:平張り工</small>
概略図			
経済性(概算)	7,500円/㎡ ◎	7,600円/㎡ ○	植生蛇籠 14,000円/㎡ かごマット 8,500円/㎡ △
勾配	1:0.5まで ◎	1:1.0まで ○	1:1.5まで △
耐流速性	4m/s以下 ○	3m/s以下 △	5m/s以下 ◎
剛性 耐光性 耐食性	鉄板+亜鉛メッキ+PVC被覆 ◎	ポリエチレン+アラミド繊維 剛性・耐光性△	鉄線 △
中詰碎石	40~60mm ◎	—	割栗石(150~200mm) △
植生工 客土	4~5cm ◎	30~15cm ○	30cm以上 △
施工性	◎	組立て・厚い客土 △	組立て・厚い客土 △
総合評価	◎	○	○

以上