

自然斜面補強土工法

PAT.

ユニットネット工法

ユニットネット工法研究会



ユニットネット工法は 森林保全と斜面の補強効果を 両立したエコロジカルな工法です。

従来、斜面の崩壊対策として一般的に行われてきたのは、コンクリートで斜面を固める工法でした。しかしこれらは、優れた強度を持つものの、樹木を切る必要があるため、自然環境を破壊し、美観を損ねる大きな欠点がありました。

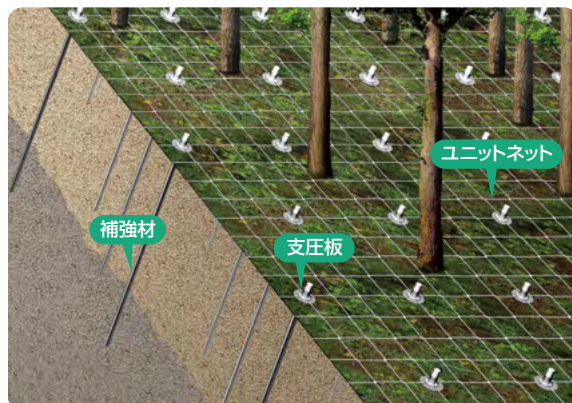
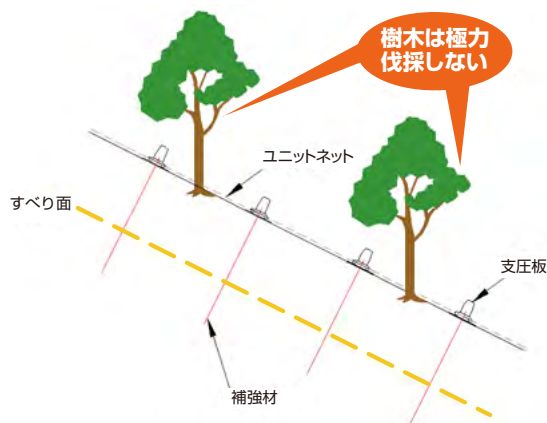
当社のユニットネット工法は、こうした問題を解決する画期的な工法です。

自然の力を最大限に活かしながら、新開発の“ユニットネット”で強さと安定性をプラスすることで、自然環境を守りながら、災害を未然に防ぐ優れた性能を発揮します。

国土交通省NETIS 登録番号KK-010068-V (平成29年4月をもって掲載期間終了)

工法概要

- 補強材(ロックボルト)とユニットネットを支圧板により連結し、これらの相互作用により斜面の安定化を図る地山補強土工法です。
- 適用対象は、層厚3~4m程度までの表層土砂崩壊です。
- ユニットネットが網状の開放型法面工を形成するため、既存の樹木の保護や景観の保全を図ることができます。また緑化工法との併用により全面緑化も可能です。



特徴

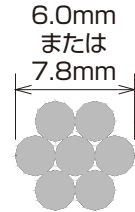
1. 森林の保護、景観の保全、さらには法面の緑化も可能な環境に優しい地山補強土工法です。
2. 自然斜面に対する適用性の高い工法です。
3. コストの縮減と工期の短縮を図ることができます。
4. ユニットネットの表面処理に亜鉛アルミ合金めっきを使用し、耐用年数の向上を図りました。



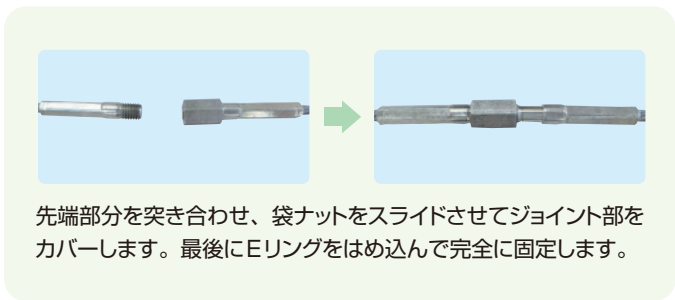
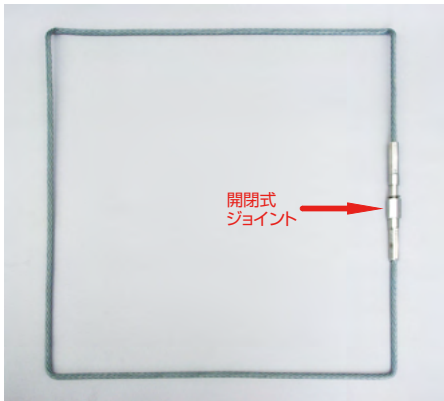
部材・基本構造

部材の特徴

ユニットネットは、亜鉛アルミニウム合金めっきを施した鋼より線を一辺約50cmの正方形に成型したもので、それぞれに強力な連結が簡単にできる開閉式ジョイントを備えています。また、ユニットネットには使用する鋼より線の線径によりφ6.0mm(2.0mm×7本より)とφ7.8mm(2.6mm×7本より)の2タイプがあり、ユニットネットに対する作用力によって使い分けます。



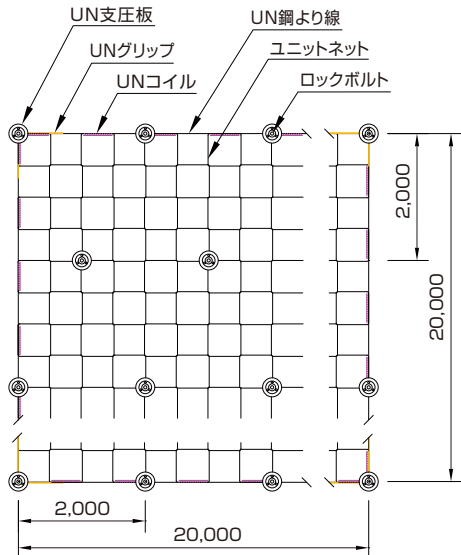
JIS G3537
(亜鉛めっき鋼より線規格)準用



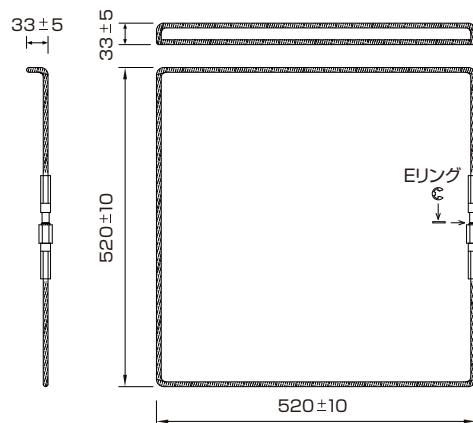
ユニットネットは、持ち運びの利便性や現場敷設作業での能率を考え、ユニット9枚(4.5㎡)を1セットにしております。



標準展開図

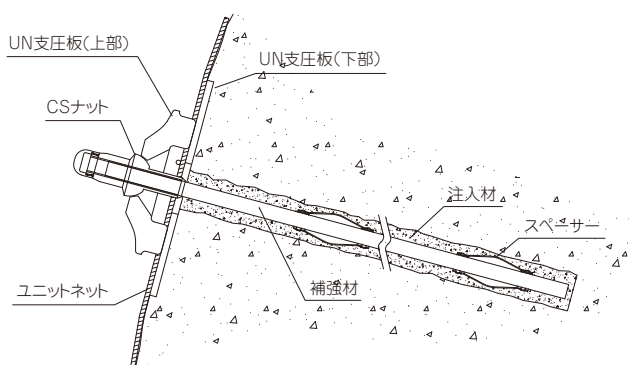


ユニットネット

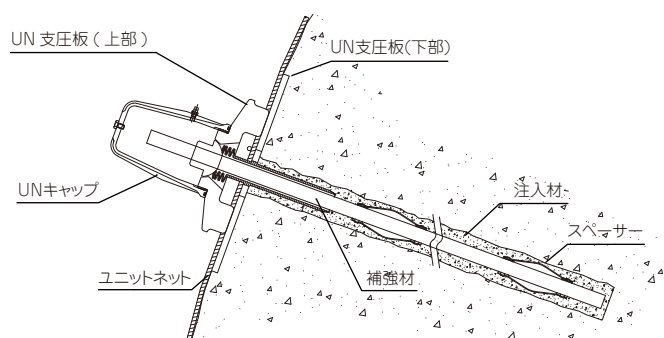


組み立て図

CS ナット仕様



キャップ仕様



使用部材一覧表

CS ナット仕様				400mあたり	
部材名称	材質	表面処理	寸法 (mm)	使用数量	単位
ユニットネット	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき	φ 6.0mm、520 × 520 φ 7.8mm、520 × 520	800	個
UN 支圧板セット	SS400 相当	亜鉛めっき	φ 300 φ 200	116	組
ネジ節異形棒鋼	SD345	亜鉛めっき	D19 × 3000	116	本
スペーサー	N63C	焼付塗装	φ 50 × 115	232	個
CS ナット	FCD450-10	亜鉛めっき	φ 58 × 152	116	個
UN グリップ	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき		8	本
UN 鋼より線	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき		80	m
UN コイル	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき	φ 2.6 × 570	80	個

キャップ仕様				400mあたり	
部材名称	材質	表面処理	寸法 (mm)	使用数量	単位
ユニットネット	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき	φ 6.0mm、520 × 520 φ 7.8mm、520 × 520	800	個
UN 支圧板セット	SS400 相当	亜鉛めっき	φ 300 φ 200	116	組
ネジ節異形棒鋼	SD345	亜鉛めっき	D19 × 3000	116	本
スペーサー	N63C	焼付塗装	φ 50 × 115	232	個
UN キャップセット	アルミ		φ 110 × 153	116	組
防錆材				55.68	kgf
UN グリップ	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき		8	本
UN 鋼より線	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき		80	m
UN コイル	SWRH62A	亜鉛アルミ合金めっき	φ 2.6 × 570	80	個
UN シース	EPDM		φ 50/ φ 32 × 200	116	個

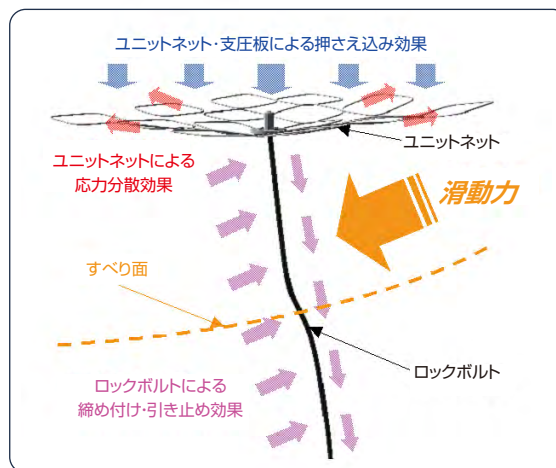


効果

補強効果

ユニットネット工法の開発に当たり、当社では関西大学の協力を得て、ユニットネットの能力・効果を検証するために実験室レベルからフィールドレベルまで、数多くの実験を行いました。その結果、ユニットネット工法に関して、以下のような力学的効果(補強)が確認されました。

1. 補強材(ロックボルト)による補強効果
2. ユニットネットによる応力分散効果
3. ユニットネット+支圧板による地盤の押さえ込み効果



ユニットネットによる補強効果

その他の効果

室内実験や施工後の状況などから、ユニットネットには以下のような効果があることが確認されています。ただしこれらの効果は、定量的に評価することが困難であることから、定性的な効果と位置づけられます。

1. 表流水の分散効果
ユニットネットが斜面表流水の流下経路を分散させ、ガリー浸食等を発生し難くします。
2. 表層土砂の流出抑制効果
横方向のユニットネットに土砂が堆積し、表層土砂の流出を減らします。
3. 植生の育成基盤の生成効果



表土と種子の流出が防がれ、ユニットネットの施工範囲は自然の植生が根づいた。



ネットに土砂や落葉が堆積している

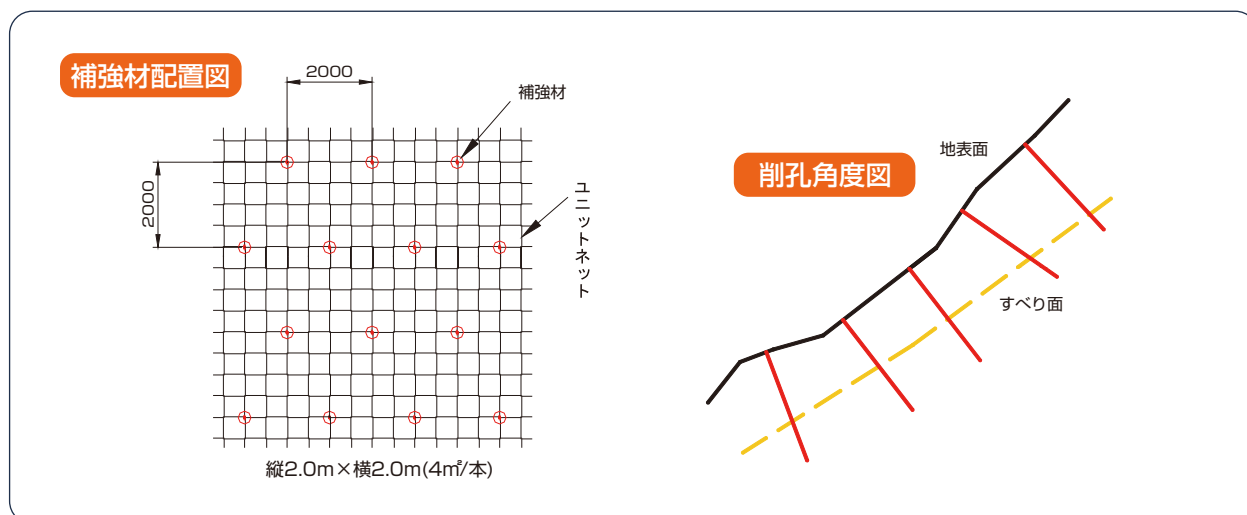
設計手法

設計の基本

- ・ 基本的な設計方法は、「NEXCO:切土補強土工法設計・施工要領」(NEXCO要領)に準じる。
- ・ ユニットネットの効果は、NEXCO要領に含まれる「のり面工低減係数: μ 」によって表現する。

配置設計

- ・ 補強材間隔は、縦2.0m×横2.0m(4㎡/本)間隔を標準とする。
- ・ 補強材の配置形状は、千鳥配置とする。
- ・ 補強材の打設角度は、地表面に直角を基本とする。



設計計算

計算手法

- ・ 補強材の引張り補強効果のみを考慮する。曲げ補強効果、せん断補強効果は考慮しない。
- ・ 「移動土塊の抜け出し抵抗力(T_{1pa})」を考慮する。
- ・ 「補強材引張力の低減係数: $\lambda (=0.7)$ 」を導入し、補強材力を低減する。
- ・ 極限周面摩擦抵抗(τ_p)の安全率を2.0とする。
- ・ ユニットネットの効果をも「のり面工低減係数: μ 」で表現する。

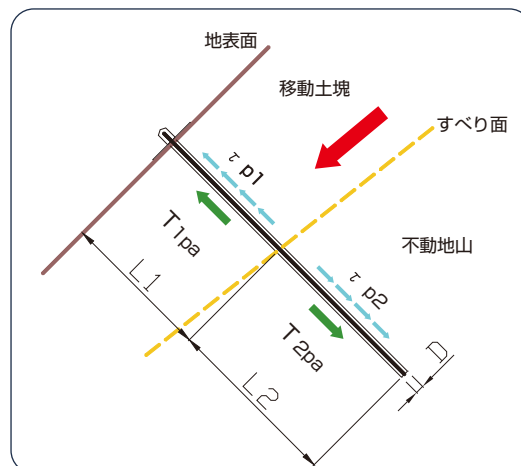
補強材の許容補強材力

- ・ 補強材の許容補強材力 T_{pa} は、次の3つのうち最小のものを用いる。

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

1. 補強材が移動土塊から受ける抜け出し抵抗力: T_{1pa}
2. 不動土塊から受ける引抜き抵抗力: T_{2pa}
3. 補強材の許容引張力: T_{sa}

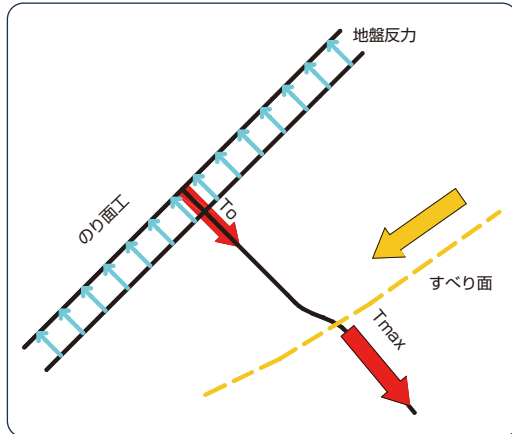
通常、抜け出し抵抗力 T_{1pa} が最小(許容補強材力 T_{pa} =抜け出し抵抗力 T_{1pa})となるケースが多い。



のり面工低減係数： μ

法面工の効果

移動層の変位を抑制→ 移動層の拔出しに対して抵抗力となる。→ 拔出し抵抗 T_{1pa} の増大に寄与



$$\mu = \frac{T_0}{T_{max}}$$

T_0 : のり面工に作用する補強材引張力 (kN/ 本)

T_{max} : 補強材に働く最大引張力 (kN/ 本)

μ は 0 ~ 1.0 までの値をとり、1.0 に近いほど
拔出しに対する抵抗力が大きい。

μ の目安

のり面保護工の種類	μ
植生のり面	0
コンクリート吹付工	0.2~0.6
のり砕工	0.7~1.0
擁壁類	1.0

関西大学における実験結果より、

ユニットネット工法に関して $\mu=0.4\sim0.8$ が
得られている。

補強材引張力の低減係数： λ

・設計引張力 T_m は、次式で表される。

$$T_m = \lambda \cdot T_{pa} / S_H$$

T_m : 設計引張力 (kN/m)

λ : 補強材引張力の低減係数 (= 0.7)

S_H : 横方向補強材間隔 (m)

補強後の安定計算

・安定計算では、「引き止め効果」と
「締め付け効果」の両方を考慮する。

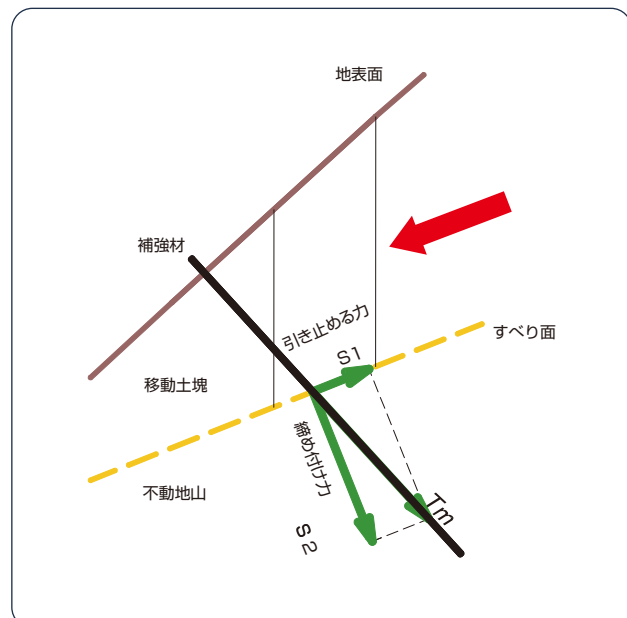
引き止め効果： $T_m \cdot \cos\beta_i$

締め付け効果： $T_m \cdot \sin\beta \cdot \tan\phi$

T_m : 設計引張力 (kN/m)

β_i : 補強材とすべり面のなす角度 ($^\circ$)

ϕ : 地盤 (すべり面) の内部摩擦角 ($^\circ$)



施工手順

① 割り付け(マーキング工)

設計図書に示された通りにユニットネットが敷設できるよう、対象範囲の中央部付近に設定した縦方向と横方向の基準軸を基準として正方形の施工升目を設定し、これをテープ等によって明示する。



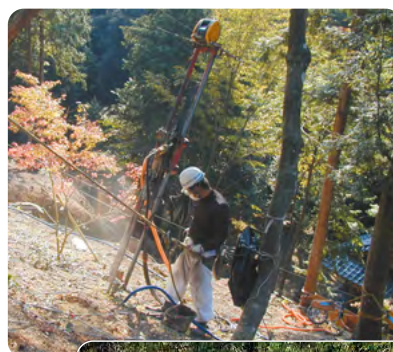
② ユニットネット敷設工

縦方向基準軸を起点として、施工升目に沿って外方向へとユニットネットを敷設していく。ユニットネットは出来る限り地表面に密着するよう、人力で引き込む程度の張力で敷設する。なおユニットネットの四隅の交点は出来るだけ直角とする。



③ 削孔工

削孔に際しては、削孔機によってユニットネットが損傷しないよう、ユニットネットを一旦解放し、補強材の挿入完了後に再度組み立てる。



④ 補強材挿入工



⑤ グラウト注入工



⑥ 支圧板設置工



UN支圧板(下部)設置



UN支圧板(上部)設置



CSネットタイプ取付け

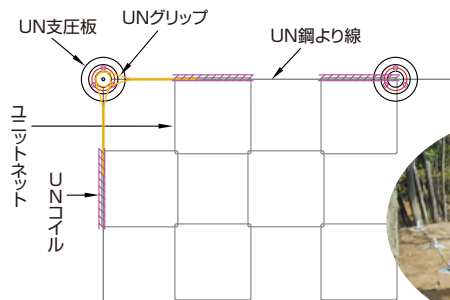


UNキャップ取付け



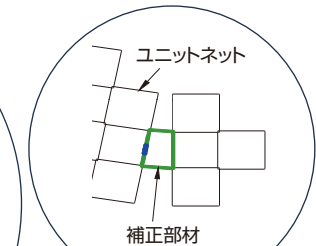
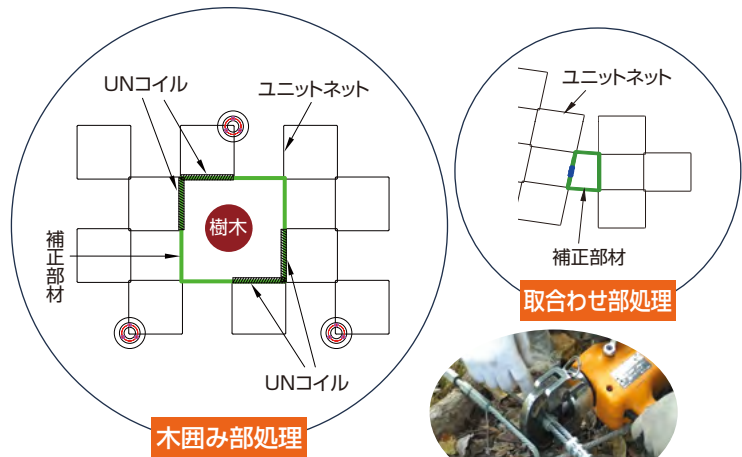
⑦ UN鋼より線設置(端部処理)

ユニットネット敷設範囲の外周をUN鋼より線で囲む。
UN鋼より線は、UNコイルでユニットネットと繋ぎ、端部はUNグリップにより補強材に連結させる。



⑧ 補正部材作成等

規格のユニットネットに対応できない箇所について、現場において補正部材を作成することによって対応する。
補正部材にはUN鋼より線を使用し、これを必要な寸法に切断・曲げ加工を行い、端部を圧着してユニットネットとする。



取合わせ部処理



補正ユニット取り付け

⑨ 施工完了



主な施工実績

治山事業

愛知県知多農林水産事務所

聖崎地区



斜面概要 高さ：最大約35m 勾配：1:1.2～1.5

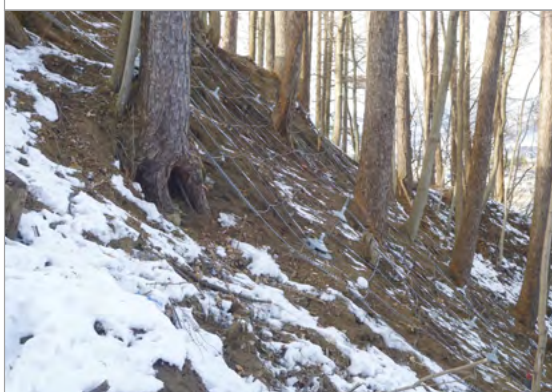


耐震設計

南海トラフ巨大地震・津波発生時に備え
斜面内の避難道及び避難場所の確保

長野県諏訪地域振興局

高部地区



斜面概要 高さ：最大約30m 勾配：1:1.0程度
公園外周の崩壊地

和歌山県西牟婁振興局

稲成地区



斜面概要 高さ：最大約12m 勾配：1:0.7
斜面上に史跡があるため、景観に配慮

石川県中能登農林事務所

石動山



斜面概要 高さ：最大約10m 勾配：1:0.8
石動山山頂脇の自然斜面

鹿児島地域振興局

仙巖園内



斜面概要 高さ：最大約10m 勾配：1:1.0
世界文化遺産があるため、景観に配慮

急傾斜事業など

福岡県朝倉県土整備事務所

杷木星丸地内



斜面概要

高さ：最大約 13m 勾配：1:0.9
桜の木があり伐採は不可



平成29年7月九州北部豪雨被災後

県立広島大学三原キャンパス



斜面概要

高さ：最大約20m 勾配：1:1.0
キャンパス内の景観を生かすため、伐採をせずに施工

神奈川県藤沢土木事務所

岡本1丁目地区



斜面概要

高さ：最大約 50m 勾配：1:1.2~0.7
部材を着色し、景観に配慮

茨城県鉾田工事事務所

二重作



斜面概要

勾配：1:1.0
民家近接での施工

兵庫県豊岡市

玄武洞



斜面概要

高さ：最大15m 勾配：1:0.6
国指定の天然記念物である玄武洞の近接斜面で施工

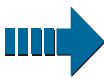
道路事業

国土交通省甲府工事事務所 相又地区



施工前

斜面概要 高さ：最大約50m 勾配：1:1.2～0.8
国道沿いの自然斜面




施工後斜面内

国土交通省福井河川国道事務所 第8号金ヶ崎地区



斜面概要 高さ：最大約25m 勾配：1:0.7
国道沿いの自然斜面

富山県小矢部土木事務所 安楽寺地区



斜面概要 高さ：最大約8m 勾配：1:1.2
崩壊斜面を切土整形後にユニットネット+植生基材施工

京都府丹後土木事務所 磯地区



斜面概要 高さ：最大6m 勾配：1:1.0
山陰海岸国定公園沿いの道路下部斜面の為、景観に配慮

神奈川県小田原土木事務所 宮ノ下地区



斜面概要 高さ：約8m 勾配：1:0.8～0.6
国道1号線に面した斜面 観光地(温泉街)の一角

災害復旧(道路)

奈良県宇陀土木事務所 滝野地区



斜面概要 高さ：最大約70m 勾配：1:0.5



植生吹付で対策された崩壊斜面に対し、ユニットネットで補強

災害復旧(治山)

兵庫県和田山農林事務所

養父市場地区



崩壊部は法枠で対策
崩壊部周辺にユニットネットを施工（崩壊の拡大予防）

災害復旧(民間)

中国電力

湯来町



≡ 他工法との併用事例

植生マットとの併用



植生チップとの併用



吹付け工との併用



防護柵との併用



ロックネットとの併用



老朽化したモルタル吹付け工に対し、モルタル片の落下防止のためロックネットを敷設しその上にユニットネット工を敷設

法枠工との併用



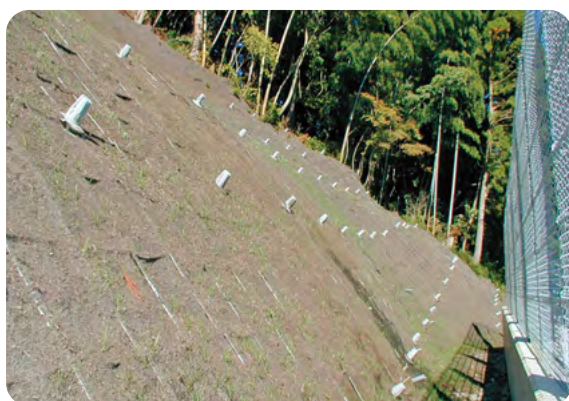
崩壊箇所は法枠工で対策
崩壊箇所周辺をユニットネット工で補強

切土法面への適用

植生マット(ネット)との併用



植生基材吹付け工との併用



- ◆本資料に記載された内容の無断記載や複製はご遠慮下さい。
- ◆本資料に記載された内容の不適切な使用などによって生じた損害につきましては責任を負いかねますのでご了承下さい。
- ◆本資料に記載された内容は、予告なく変更される場合がありますので、予めご了承下さい。
なお、最新情報につきましては、当研究会までお問い合わせ下さい。
- ◆製品改良のため仕様、外観等は予告なしに変更することもございますのでご了承下さい。

ユニットネット工法研究会

事務局

〒550-0003 大阪市西区京町堀1-17-8(京ビル)
TEL.(06)6447-7313(代) FAX.(06)6447-7312

連絡先



株式会社 **ダイカ**

URL:<http://www.daika-net.co.jp> E-mail:doboku@daika-net.co.jp

本 社

〒550-0003
大阪市西区京町堀1-17-8(京ビル)
TEL.(06)6447-7313(代) FAX.(06)6447-7312

東京支店

〒103-0022
東京都中央区日本橋室町4-2-12(川口屋ビル)4F
TEL.(03)3241-5555(代) FAX.(03)3241-5551

九州支店

〒861-0124
熊本県熊本市北区植木町石川280-3
TEL.(096)275-1020(代) FAX.(096)275-1021

広島営業所

〒734-0005
広島市南区翠5-22-20
TEL.(082)567-4308(代) FAX.(082)567-4309