

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6973767号
(P6973767)

(45) 発行日 令和3年12月1日 (2021. 12. 1)

(24) 登録日 令和3年11月8日 (2021. 11. 8)

(51) Int. Cl.

E O 1 F 7/04 (2006. 01)

F 1

E O 1 F 7/04

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-245112 (P2016-245112)	(73) 特許権者	595053777
(22) 出願日	平成28年12月19日 (2016. 12. 19)		吉佳エンジニアリング株式会社
(65) 公開番号	特開2018-100484 (P2018-100484A)		東京都新宿区四谷2丁目10番地
(43) 公開日	平成30年6月28日 (2018. 6. 28)	(74) 代理人	100100354
審査請求日	令和1年12月4日 (2019. 12. 4)		弁理士 江藤 聡明
		(72) 発明者	大岡 伸吉
			東京都新宿区舟町1番地8 シティータワ
			ー四谷1703
		(72) 発明者	張 満良
			東京都江戸川区中葛西7丁目21-20-
			602
		審査官	湯本 照基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 落石防護柵

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

斜面に該斜面の正面視左右方向に所定の間隔を設けて立設された複数の支柱と、
前記複数の支柱によって支持されることで該支柱間に張設され且つ硬鋼線材からなるネット体と、を備えた落石防護柵において、
前記支柱の間の領域で前記ネット体に当接又は近接するように上下方向に伸長するように配設されて該ネット体の線材と締結され、少なくとも前記ネット体の面と垂直方向の剛性よりも同方向の剛性が大きい伝達部材を備え、前記伝達部材の下端部は、前記斜面に固設されたコンクリート構造物又は基礎構造に連結ロープで連結されていることを特徴とする落石防護柵。

【請求項 2】

前記連結ロープには所定値以上の負荷が加えられたときに所定の制動力を伴いながら前記連結ロープの長さの伸びを許容するブレーキ装置が設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載の落石防護柵。

【請求項 3】

前記伝達部材は、前記張設されるネット体の上下方向長さとはほぼ同じ長さを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の落石防護柵。

【請求項 4】

前記伝達部材は、前記ネット体に対して前記斜面山側に配置されたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の落石防護柵。

【請求項 5】

隣り合う前記支柱の上部間に、該隣り合う支柱の上部が互いに近接するのを規制する横部材を配置したことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の落石防護柵。

【請求項 6】

前記ネット体には、

少なくとも斜面左右方向両端部の前記支柱間に架け渡されて固定され、前記ネット体を補強する横方向補強ロープが挿通又は連結されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の落石防護柵。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、落石防護柵、特に、例えば道路際にも設置可能な落石防護柵に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、落石による被害を低減するために、山の斜面（法面を含む）への落石防護柵の設置が広く行われている。このような落石防護柵には、種々の形態のものがあるが、その中に、斜面に複数の支柱を立設し、これらの支柱でネット体を支持することにより支柱間にネット体を張設したものがある。この種の落石防護柵は、ネット体の変形性を生かし、ネット体の変形を伴って落石を捕捉し、これにより被害を低減しようとするものである。つまり、ネット体に落石が接触する際、ネット体自体が変形することで衝撃が分散され、またネット体の変形所要時間によって衝撃最大値が低減され、これらによって落石の運動エネルギーを吸収することができる。

20

【0003】

このようなネット体を支柱間に張設する落石防護柵としては、例えば下記特許文献 1 に記載されるものがある。この特許文献 1 に記載される落石防護柵では、リング式ネットをネット体として用い、このネット体が張設される支柱のうち、ネット体の上辺の位置と下辺の位置の間で補助ロープを斜面正面視左右方向（斜面横方向）に架け渡して支柱に固定し、その補助ロープには、落石による負荷が加えられた場合に補助ロープの両端固定部間の長さの伸びを許容する緩衝手段を設けた。そのため、例えばリング式ネットの変形による落石運動エネルギー吸収に先立って、落石がネット体に接触して負荷が加えられると、補助ロープ全長の伸びに伴って緩衝手段が衝撃を緩和するため、落石の運動エネルギーが効率よく吸収される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 1584 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、この種のネット体を用いた落石防護柵を、例えば道路際に設置するような場合には、落石を捕捉したネット体が斜面下方或いは斜面から突出する方向に突出する寸度を大きくなりすぎないようにする必要がある。これは、言い換えれば、落石を捕捉したネット体の元の張設位置（以下、設定張設位置とも記す）からの変位量を小さくすることである。一方、この種の落石防護柵に用いられるネット体は、落石が接触する部分のみが変形して落石を捕捉する、換言すれば、局所的な変形を伴って落石を捕捉する。落石は、ネット体のどこに衝突するか予測できないので、前述のように、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量を小さくするためには、結局、ネット体の剛性を張設範囲の全領域にわたって大きくする必要がある。しかしながら、一般に、全体剛性の大きいネット体は高価であるとか重いなどデメリットが大きい。また、他の対策としては、例えば支柱の斜面横方向の間隔を狭くすることも挙げられるが、そのようにすると部材点数が大きく

40

50

なるとか施工が大掛かりになるなどの不利がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、部品点数や重量、コストの低減を可能とすると共に、施工も容易でありながら、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量を抑制することが可能な落石防護柵を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するための落石防護柵は、斜面に該斜面の正面視左右方向に所定の間隔を設けて立設された複数の支柱と、前記複数の支柱によって支持されることで該支柱間に張設されるネット体と、を備えた落石防護柵において、前記支柱の間の領域で前記ネット体

10

体に当接又は近接するように上下方向に伸長するように配設され、少なくとも前記ネット体よりも剛性が大きい伝達部材を備えたことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

この構成によれば、ネット体よりも剛性が大きく且つ上下に伸長する伝達部材が支柱間領域でネット体に当接又は近接して設けられているので、支柱間に張設されたネット体に落石が衝突したときのネット体の変形領域が上下方向に広がる。従って、ネット体の最大変形量を小さくすることが可能となり、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量を抑制することができる。その結果、大きな剛性のネット体を使用する必要がなく、その分だけ、重量やコストを低減することが可能となる。また、ネット体を支持する支柱の斜面横方向の間隔を小さくする必要がないので、支柱の数を低減することが可能となり、その分だけ、部品点数やコストを低減することが可能となり、施工も容易になる。また、ネット体の変形領域を広げて落石を捕捉することにより、伝達部材の変形を回避することができれば、落石捕捉後に伝達部材を再利用することも可能となる。

20

【 0 0 0 9 】

また、前記伝達部材は、前記張設されるネット体の上下方向長さとはほぼ同じ長さを有することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、落石が衝突したときのネット体の変形領域が上下方向全域に広がるので、ネット体の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

30

【 0 0 1 1 】

また、前記伝達部材は、前記ネット体に対して前記斜面山側に配置されたことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、落石が衝突したときのネット体の変形領域を可及的速やかに上下方向に広げることができ、その結果、ネット体の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

【 0 0 1 3 】

また、前記伝達部材の下端部は、前記斜面に固設されたコンクリート構造物又は基礎構造に連結ロープで連結されていることを特徴とする。

40

【 0 0 1 4 】

この構成によれば、落石が衝突したときに伝達部材の下端部が斜面から離間してしまうのを抑制することができるので、落石をネット体で確実に捕捉することができる。また、ネット体の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

【 0 0 1 5 】

また、前記連結ロープには所定値以上の負荷が加えられたときに所定の制動力を伴いながら前記連結ロープの長さの伸びを許容するブレーキ装置が設けられたことを特徴とする。

50

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、ブレーキ装置の設置によって連結ロープの伸びに制動力が作用するので、落石が衝突して連結ロープが伸びるときの制動力により、ネット体の変形に合わせて落石の運動エネルギーを吸収することが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、隣り合う前記支柱の上部間に、該隣り合う支柱の上部が互いに近接するのを規制する横部材を配置したことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この構成によれば、落石がネット体に衝突した部分の斜面横方向両側の隣り合う支柱の上部間の近接が横部材によって規制されるので、ネット体の不要な弛みが抑制され、結果的に、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量を抑制することができる。

10

【 0 0 1 9 】

また、前記ネット体には、少なくとも斜面左右方向両端部の前記支柱間に架け渡されて固定され、前記ネット体を補強する横方向補強ロープが挿通又は連結されていることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

この構成によれば、落石が衝突したときのネット体の変形領域を斜面左右方向（横方向）にも広げることが可能となり、これにより、ネット体の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

20

【 0 0 2 1 】

また、ネット体による落石の捕捉と横方向補強ロープによるネット体の変形抑止を調整することで、ネット体の変形して落石の運動エネルギーを吸収する以前に横方向補強ロープによって落石の持つ運動エネルギーを受けることが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

以上説明したように、本発明によれば、ネット体に落石が衝突したときのネット体の変形領域が上下方向に広がるので、ネット体の最大変形量を小さくすることが可能となり、落石を捕捉したネット体の設定張設位置からの変位量を抑制することができる。その結果、剛性の大きいネットを使用する必要がなく、その分だけ、重量やコストを低減することが可能となる。また、ネット体を支持する支柱の斜面横方向の間隔を小さくする必要がないので、支柱の数を低減することが可能となり、その分だけ、部品点数やコストを低減することが可能となり、施工も容易になる。また、ネット体の変形性を生かして落石を捕捉することにより、伝達部材の変形を回避することができれば、落石捕捉後に伝達部材を再利用することも可能となる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 本発明の落石防護柵の 1 実施の形態を斜面谷側から見た一部断面全体正面図である。

40

【 図 2 】 図 1 の落石防護柵の一部断面側面図である。

【 図 3 】 図 1 の落石防護柵に使用された菱形金網からネット体の正面図である。

【 図 4 】 図 1 の落石防護柵に用いられるブレーキ装置の一例を示す正面図である。

【 図 5 】 図 1 の落石防護柵に用いられるブレーキ装置の他の例を示す斜視図である。

【 図 6 】 図 1 の落石防護柵の作用の説明図である。

【 図 7 】 図 6 (A) の落石防護柵に落石が捕捉された状態を示す説明図である。

【 図 8 】 図 1 の落石防護柵に落石が捕捉された状態を示す説明図である。

【 図 9 】 図 6 (A) から横部材が除去された落石防護柵に落石が捕捉された状態を示す説明図である。

【 図 1 0 】 図 1 のネット体として使用可能なリング式ネットの正面図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の落石防護柵の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、この実施の形態の落石防護柵を斜面谷側から見た一部断面全体正面図、図2は、その一部断面側面図である。この実施の形態に係る落石防護柵は、既存の落石防護柵と同様に、斜面（法面を含む）Sを落下する落石による被害を防止することなどを目的に斜面正面視左右方向（横方向）に延設されるものである。この実施の形態では、一定の高さで斜面横方向に連続する土台状のコンクリート構造物12を落石防護柵の基礎として形成している。このコンクリート構造物12は、例えば図示しない躯体の周囲に例えばコンクリートを打設して構築される。

10

【0025】

このコンクリート構造物12の上面からは、斜面横方向に予め設定された所定間隔を設けて複数（図では4本）の支柱10が立設されている。この実施の形態の落石防護柵は、これら支柱10でネット体14を支持しながら支柱10間にネット体14を張設し、このネット体14で落石を捕捉することで被害を防止しようとするものである。落石は、斜面Sに沿って転がり落ちるものだけではなく、斜面Sから離れて浮いた状態で落下するものもある。浮いた落石もネット体14で捕捉するため、そのネット体14を支持する支柱10も、或る程度の高さが必要である。また、落石は、斜面横方向のどの箇所で発生するか、予測することはできない。そのため、支柱10の高さは例えば2m～5m、支柱10間の間隔は例えば3m～5m、場合によっては10m程度であり、それらは、斜面Sの規模や状況に応じて適宜選択される。この支柱10には、例えば鋼製の角パイプなどの比較的剛性の大きいものが使用される。この支柱10では、例えば鋼製角パイプの内部にコンクリートを充填したものも使用できる。また、この支柱10には、樹脂製又は金属製の中空パイプ内にゴムを充填したものなども使用できる。

20

【0026】

この支柱10は、前述した特許文献1のように、例えば支柱10の下端部にヒンジなどの可倒構造を設け、その部分から、例えば支柱10が斜面谷側に傾倒するようにすることも可能である。その場合、支柱10の上部をロープなどで支持する必要がある。しかしながら、この実施の形態では、ネット体14が落石を捕捉する以前の位置（設定張設位置）からのネット体14の変位量（変形量）、具体的には落石を捕捉したネット体14の斜面下方又は斜面Sから突出する方向への突出寸度を可及的に小さくすることを主眼としているので、支柱10は斜面谷側に傾倒しないのが望ましい。なお、支柱10に可倒構造を介装する場合には、支柱傾倒時に制動力を発生するブレーキ装置を介装し、支柱傾倒の際、その制動力で落石の運動エネルギーを吸収するようにすることが望ましい。

30

【0027】

この実施の形態のネット体14には、例えば図3に示すような、網目が菱形の金属線材からなる菱形金網22が用いられている。この菱形金網22は、例えば特開2016-37773号公報に記載されるように、例えば金属線材24を曲げ加工して三角波状ワイヤとし、並列に配置された複数の三角波状ワイヤの山と谷を互いに編んで、それらの三角波状ワイヤを係合することで構成される。この三角波状ワイヤを構成する金属線材24には、軟鋼、硬鋼、ばね鋼、ステンレス鋼等を用いることができる。この金属線材24には必要により被覆処理がなされていてもよく、これにより三角波状ワイヤの接触部分の摩耗や、腐食等を防止することができる。被覆処理としては、例えば、亜鉛メッキ処理やポリエステル被覆処理が挙げられる。

40

【0028】

この実施の形態では、ネット体14の最大変形量を小さくすることが重要なので、菱形金網22からなるネット体14を構成する金属線材24も変形量の小さい、比較的機械強度の高いものが望ましい。従って、金属線材24として具体的に好ましいものは、硬鋼製のワイヤ（単線）、特に、JIS G 3506に規定される硬鋼線材から作製されたワイヤ、例えば、硬鋼線（JIS G 3521）、亜鉛めっき鋼線（JIS G 354

50

8) 等である。ワイヤの引張強度は例えば $800 \sim 2500 \text{ N/mm}^2$ 、好ましくは $1000 \sim 2000 \text{ N/mm}^2$ 、特に $1500 \sim 2000 \text{ N/mm}^2$ であることが有利である。

【0029】

このような硬鋼線を用いることにより、剛性が大きく且つ重量の小さいネット体14を得ることができる。金属線材24として、弾性変形性に優れる硬鋼製のワイヤを用いることも好適である。この種の単線金属線材24の太さは、例えば、 $2 \sim 10 \text{ mm}$ 、好ましくは $2.6 \sim 4 \text{ mm}$ である。従来の落石防護柵のネット体に用いられる線材は、軟鋼線、つまり鉄線であり、比較的容易に塑性変形してしまう。従って、軟鋼線材のネット体のエネルギー吸収量は小さく、前述した従来技術のように、ネット体の斜面谷側に配設された補助ロープ（この実施の形態における横方向補強ロープ26）が主として落石の運動エネルギーを吸収する。当然ながら、従来の軟鋼線材のネット体の最大変形量は大きい。これに対し、この実施の形態のように硬鋼線材で構成されるネット体14は、軽量ながら剛性が大きいので、ネット体14の変形に伴うエネルギー吸収量が大きい。従って、硬鋼線材からなるネット体14の変形によって落石の運動エネルギーを大きく吸収することができる。結果的に、硬鋼線材からなるネット体14は、落石捕捉時の最大変形量が小さく、設定張設位置からの変位量も小さい。

10

【0030】

また、この金属線材24は、例えば特開2014-66054号公報に記載されるように、複数の素線を撚ることによって構成された撚線であってもよい。撚線として好ましいものは、素線（例えば直径 $2 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$ ）を複数本（例えば $2 \sim 5$ 本）撚ることにより作製された撚線（直径 $6 \sim 25 \text{ mm}$ ）である。素線は、特に引張強度が $400 \sim 2000 \text{ N/mm}^2$ 、好ましくは $800 \sim 2000 \text{ N/mm}^2$ であるものが使用される。このような素線としては、例えば前述した硬鋼線を用いることができる。撚線を使用することにより、金属線材24を屈曲させて三角波状とする場合に線材自体に損傷を与えることなく屈曲することができる。なお、素線は防食処理がなされていることが好ましい。防食処理は、例えば、亜鉛メッキ、アルミ亜鉛合金メッキ又は樹脂（ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル）等で被覆処理することにより可能である。

20

【0031】

このネット体14を構成する菱形金網22の菱形の網目の大きさは、例えば特開2013-19198号公報に記載されるように、菱形の内接円の半径が約 $4.5 \sim 8.5 \text{ cm}$ の範囲となるような大きさに構成される。このような大きさに網目を構成することにより、ネット体14の網目を落石が通過することを防止しつつ十分に大きな網目を構成することができるので、ネット体14の変形性を適正なものとし、ネット体14による落石の運動エネルギーの吸収がより促進される。この網目の大きさは、例えば、構成された菱形の短い方の対角線が $10 \sim 20 \text{ cm}$ 、長い方の対角線が $20 \sim 30 \text{ cm}$ 、小さい方の内角が $50^\circ \sim 70^\circ$ の範囲とすることにより得られる。このように、網目を正方形（又は正多角形）ではなく、菱形にすることで、網目の一辺の長さが同一であっても内接円の半径を小さくとすることができ、よって、落石を漏れなく捕捉することが可能となる。また、この実施の形態では、ネット体14は、構成された菱形の長い方の対角線の伸長方向が上下方向（縦方向）となるように設置されている。これにより、同じ形状の菱形の網目を形成したネット体14であれば、縦方向の引っ張り強度を最も強いものとし、斜面谷側に落下する落石をより効果的に受け止めることができる。

30

40

【0032】

なお、ネット体14の網目の形状は、菱形に限られず、適宜多角形とすることができる。また、ネット体14には、後述するように、例えば前述の特許文献1に記載されるリング式ネットを用いることもできる。また、ネット体14の下端部は、コンクリート構造物12、即ち斜面にできるだけ接近させ、両者の間の隙間を可及的に小さくするのが望ましい。

【0033】

この実施の形態では、図1に明示するように、隣り合う支柱10の上端部の間に横部材

50

１６が配置され、この横部材１６が、所謂突っ張り棒として作用して両支柱１０が互いに近接するのを規制する。この実施の形態では、横部材１６の端部と支柱１０の上端部は、図示しない連結構造によって堅固に連結されている。この横部材１６により、後述するように落石がネット体１４で捕捉された際、ネット体１４で下方に引っ張られる支柱１０同士が互いに近接するのを規制する。これにより、ネット体１４の不要な撓みを抑制することができ、その結果、落石を捕捉したネット体１４の設定張設位置からの変位量を小さくすることができる。そのため、この横部材１６には、少なくとも支柱１０と同程度の剛性が付与される。

【００３４】

また、この実施の形態では、例えば前述の特許文献１と同様に、複数の支柱１０のうち、少なくとも斜面横方向両端部の支柱１０間に横方向補強ロープ２６が架け渡されて固定され、この横方向補強ロープ２６がネット体１４に挿通又は連結され、これによりネット体１４が補強されている。この横方向補強ロープ２６は、落石を捕捉したネット体１４を支持することで間接的に落石を支持し、合わせて落石の運動エネルギーを吸収する。この横方向補強ロープ２６の図１の右方端部は、係止具２８を介して図示右方端部の支柱１０に堅固に固定され、図１の左方端部は、後述するブレーキ装置３０を介して図示左方端部の支柱１０に固定されている。この横方向補強ロープ２６には、例えば高強度のワイヤロープなどが適用される。横方向補強ロープ２６の線径は、例えば１２～３０ｍｍ程度である。

【００３５】

この実施の形態では、上下に間隔を開けて複数（本実施の形態では６本）の横方向補強ロープ２６が張架されている。この実施の形態ではネット体１４の上辺部に最上部の横方向補強ロープ２６－１が配置され、下辺部に最下部の横方向補強ロープ２６－６が配置されている。これらの横方向補強ロープ２６は、ネット体１４を構成する菱形金網の網目を縫うようにして挿通されており、且つ、後述する伝達部材２と共に締結部材４によって堅固に締結されている。なお、横方向補強ロープ２６は、ネット体１４の斜面谷側に配設されてもよい。また、横方向補強ロープ２６の配設本数は、前記に限定されるものではないが、少なくともネット体１４のネット面の下辺部、好ましくは上辺部及び下辺部には横方向補強ロープ２６を配設することが望ましい。また、横方向補強ロープ２６の架け渡しは、必ずしも水平方向でなくてもよい。

【００３６】

実際の横方向補強ロープ２６は、自重やネット体１４の重みによってやや下方に弛んでいる。ネット体１４による落石の運動エネルギー吸収効果は、ネット体１４が変形することで発揮される。一方、横方向補強ロープ２６は、ネット体１４で落石が捕捉され、ネット体１４が斜面谷側に膨出することでロープの弛みがなくなり、横方向補強ロープ２６に張力が発生したときから、落石を捕捉したネット体１４を支持することができる。このとき、横方向補強ロープ２６の伸びを許容しながらその伸びに制動力が付与されれば、制動力を伴う横方向補強ロープ２６の伸びによって落石の持つ運動エネルギーを吸収することができる。そのため、この横方向補強ロープ２６の図示左方端部には、所定の制動力を伴ってロープの両固定部間の長さの伸びを許容するブレーキ装置３０が設けられている。

【００３７】

図４には、ロープの伸びを許容しながら制動力を付与するブレーキ装置３０の一例を示す。この図は、図１のブレーキ装置３０を斜面山側から見た正面図である。このブレーキ装置３０は、紙面垂直方向に幅を有する金属帯５２を中実円柱部材５４に巻き掛けて構成され、その金属帯５２の長手方向の一方の端部、この場合は円柱部材５４から短い方の端部に横方向補強ロープ２６の端部を連結している。また、この金属帯５２の他方の端部には、ストッパ５８が設けられると共に、そのストッパ５８の手前には、金属帯５２の両表面に対をなして突出する緩衝用突起６０が２か所に設けられている。また、このブレーキ装置３０では、円柱部材５４に巻き掛けられている金属帯５２の外側に、その金属帯５２を比較的緊密に抑える抑え部材５６が取付けられており、この抑え部材５６が、係止具２

10

20

30

40

50

8を介して、図1の図示左方端部側の支柱10の斜面山側面に固定されている。

【0038】

このブレーキ装置30では、横方向補強ロープ26に張力が係り、図の矢印方向に引っ張られると、金属帯52も同方向に引っ張られる。このとき、金属帯52は円柱部材54と抑え部材56で形成される狭い通路内を通過しなければならず、その際、円柱部材54に巻き掛かっている部分が移動する。この金属帯52の円柱部材54への巻き掛け部分では、その巻き掛け部分の移動に伴って塑性変形が連続して発生する。この金属帯52の円柱部材54への巻き掛け部分の移動に伴う連続した塑性変形は変形抵抗であるから、この変形抵抗に抗して横方向補強ロープ26の両固定部間の長さが伸びる際、ブレーキング作用、つまり制動力が生じ、横方向補強ロープ26に作用する落石の運動エネルギーが大きく吸収される。なお、横方向補強ロープ26の伸び量は、ストッパ58の位置で規制される。

10

【0039】

図5は、ブレーキ装置30の他の例を示す斜視図である。このブレーキ装置30は、ループ管32と緊締部材とよりなっており、ループ管32には横方向補強ロープ26の中途部分が挿通されている。ループ管32の両端部は並列して重ね合わされており、この重畳部は緊締部材、例えば圧縮スリーブ34によって締固され、圧縮スリーブ34によって締固されている部分でループ管32の重畳部は相互に摩擦接触し、またループ管32と圧縮スリーブ34も摩擦接触している。ループ管32は鋼製管であることが好ましいが、他の金属材料やプラスチック材料で製作することもできる。

20

【0040】

このブレーキ装置30では、横方向補強ロープ26に大きな張力が発生すると、ループ管32の径を縮小しようとする力が働き、ループ管32の両端部はロープに沿って互いに反対方向へ向かう力を受ける。ロープに加わっている張力が、圧縮スリーブ34による締固箇所におけるループ管32同士及びループ管32と圧縮スリーブ34との間の摩擦力を越えると、摩擦抵抗に抗して、相互間に滑りが生じ、この滑りによって、横方向補強ロープ26の両固定部間の伸びを伴いながら落石の運動エネルギーが吸収される。その際、ループ管32の変形によっても運動エネルギーは吸収される。ループ管32の直径、壁厚、材料を選択することにより、エネルギー吸収能力を種々に変更可能であり、様々な要求に対応することができる。なお、図では、ループ管32が一巻きである場合が示されているが、二重巻き又はそれ以上の巻き数であってもよい。

30

【0041】

図1では、1本の横方向補強ロープ26に対し、1つのブレーキ装置30を設けているが、1本の横方向補強ロープ26に対し、複数のブレーキ装置30を設けてもよい。そして、1本の横方向補強ロープ26に対して複数のブレーキ装置30を設ける場合、それらのブレーキ装置30の制動力の大きさを互いに異なる大きさに設定してもよい。前述のように、ブレーキ装置30の制動力は横方向補強ロープ26の張力に依存している。このような制動力配分にすると、例えば1本の横方向補強ロープ26に2個のブレーキ装置30を設けた場合、落石を捕捉したネット体14を支持する横方向補強ロープ26の張力の増大に伴い、何れか一方のブレーキ装置30が先に作動して制動力を発揮し、その後から、他方のブレーキ装置30が作動して制動力を発揮する。こうすることで、落石を支持する横方向補強ロープ26が伸び続ける間、継続的或いは断続的に制動力を発揮する、つまり運動エネルギーを吸収し続けることが可能となる。

40

【0042】

この実施の形態では、支柱10と支柱10の間の領域で、上下方向（縦方向）に長い（伸長する）伝達部材2をネット体14に当接又は近接するように配設している。この伝達部材2は、例えば鋼製の板材や棒材で構成され、少なくともネット体14よりも剛性が高い。また、この伝達部材2は、支柱10よりも剛性が小さいことが望ましく、例えば伝達部材2の剛性を支柱10の剛性の $1/10 \sim 1/3$ 、好ましくは $1/6 \sim 1/4$ とする。ここで、剛性とは、周知のように、例えばヤング率Eと断面二次モーメントIとの積値

50

で表される。この実施の形態の場合、評価すべき剛性は、落石によって変位される方向、つまりネット体 14 の面と垂直な方向の剛性である。このネット体 14 の面と垂直な方向の伝達部材 2 の剛性を支柱 10 の剛性の $1/10 \sim 1/3$ 、好ましくは $1/6 \sim 1/4$ とする。

【0043】

この実施の形態では、支柱 10 と支柱 10 の真ん中に 1 本、その横方向両側に 1 本ずつ、所定の間隔を設けて計 3 本の伝達部材 2 を各支柱 10 間に配設している。これらの伝達部材 2 は、ネット体 14 に対して、斜面山側に配設されている。また、この実施の形態では、伝達部材 2 の長さは、ネット体 14 の上下方向（縦方向）長さと同じにしてあり、従って、伝達部材 2 はネット体 14 の上辺から下辺まで縦方向全域に接する。つまり、伝達部材 2 の上端部はネット体 14 の上辺に位置する最上部の横方向補強ロープ 26 - 1 に当接し、伝達部材 2 の下端部はネット体 14 の下辺に位置する最下部の横方向補強ロープ 26 - 6 に当接する。そして、この実施の形態では、伝達部材 2 と横方向補強ロープ 26 の交差する位置で、それらをネット体 14 の線材と共に締結部材 4 で締結している。

【0044】

更に、この実施の形態では、伝達部材 2 の下端部をコンクリート構造物 12 に連結している。コンクリート構造物 12 は、斜面 S に固設されているから、伝達部材 2 の下端部は斜面 S に連結されているともいえる。コンクリート構造物 12 に代えて、斜面 S に固設された落石防護柵の基礎構造に伝達部材 2 の下端部を連結してもよい。この伝達部材 2 の下端部は、連結ロープ 6 を介してコンクリート構造物 12 に連結されている。具体的に、連結ロープ 6 の上端部は伝達部材 2 の下端部に直接的に固定され、コンクリート構造物 12 に埋設されたアンカー 8 に連結ロープ 6 の下端部が固定されている。なお、この連結ロープ 6 は、後述するようにネット体 14 の下端部と斜面（コンクリート構造物 12 などを含む）との間に、落石が通過する程度の隙間ができなければ、必ずしも要しない。また、図では、連結ロープ 6 には弛み、つまり余裕が与えられていないが、この連結ロープ 6 に余裕、具体的には弛みを与えてもよい。この余裕は、例えば支柱 10 間の距離の $1/5 \sim 1/10$ 程度に設定するとよい。

【0045】

そして、この連結ロープ 6 には、連結ロープ 6 に所定値以上の負荷が加えられたとき、つまり張力が所定値以上になったときに所定の制動力を伴いながら連結ロープ 6 自身の長さの伸びを許容するブレーキ装置 30 が設けられている。このブレーキ装置 30 には、図 2 に示すように、前述した図 5 のブレーキ装置が用いられている。このブレーキ装置 30 には、図 4 のブレーキ装置を用いることも可能である。従って、横方向補強ロープ 26 に用いられるブレーキ装置 30 と同様に、連結ロープ 6 の両固定部間の長さが伸びる際、ブレーキ作用、つまり制動力が生じ、連結ロープ 6 に作用する落石の運動エネルギーが大きく吸収される。連結ロープ 6 に弛み（余裕）が与えられている場合には、後述するように、ネット体 14 による落石の捕捉に伴って伝達部材 2 が変位し、連結ロープ 6 の弛みがなくなって連結ロープ 6 に所定の張力が作用した時点でブレーキ装置 30 による制動力が発生する。

【0046】

図 6 は、この実施の形態の落石防護柵の作用を模式的に示した縦断面図である。何れも、最上部及び最下部の横方向補強ロープ 26 のみ図示し、その他の横方向補強ロープは図示を省略している。図 6（A）は、伝達部材 2 も連結ロープ 6 もなく、支柱 10 間に菱形金網のようなネット体 14 が張設された落石防護柵である。ネット体 14 は、落石 R の衝突によって変形する。図 6（A）のように、伝達部材 2 のない落石防護柵では、落石 R の当接部分だけ、ネット体 14 が斜面下方又は斜面 S から突出する方向に局所的に変形している。図 6（A）のように、落石 R の当接部分のみネット体 14 が局所的に変形して落石 R の運動エネルギーを吸収する場合、ネット体 14 の最大変形量は大きい。また、このような落石捕捉による局所的なネット体 14 の変形は、支柱 10 に近いほど小さく、逆に支柱 10 から遠いほど、つまり支柱 10 と支柱 10 の中間が最も大きい。ネット体 14 の最

大変形量が大きいと、落石 R を捕捉したネット体 14 の斜面下方又は斜面 S から突出する方向への突出寸度、つまり設定張設位置からの変位量が大きくなる。例えば、落石防護柵が人家や道路に近接している場合、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量が大きいと、落石防護柵として十分に機能しないおそれがある。

【0047】

図 7 は、図 6 (A) と同様に、図 1、図 2 の落石防護柵から伝達部材 2 や連結ロープ 6 を除去した落石防護柵に落石 R が捕捉された状態を模式的に示す説明図であり、図 7 (A) は平面図、図 7 (B) は斜面正面図である。ネット体 14 は、一部だけ図示している。

【0048】

図 7 に示す横方向補強ロープ 26 の伸び、つまり図に表れるロープの撓み状態から、ネット体 14 が局所的に変形していることが分かり、その結果、ネット体 14 の局所的な最大変形量が大きいことが理解される。ネット体 14 の最大変形量が大きいことは、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量が大いことを意味する。しかしながら、この例は、図 1、図 2 の落石防護柵と同様に横部材 16 が配設されているため、後述するように、横部材がない場合に比して、落石を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量が抑制されている。

【0049】

図 8 は、図 7 の落石防護柵から、更に横部材 16 を除去した落石防護柵に落石 R が捕捉された状態を模式的に示す説明図であり、図 8 (A) は平面図、図 8 (B) は斜面正面図である。ネット体 14 は、一部だけ図示している。落石 R がネット体 14 に衝突すると、その衝突部分の斜面横方向両側の支柱 10 は、落石 R を捕捉したネット体 14 によって斜面下方或いは斜面から突出する方向に引っ張られ、その際、それら隣り合う支柱 10 の上部が互いに近接しようとする。図 8 は、これを規制する横部材がないので、落石衝突部分の両側の隣り合う支柱 10 の上部が近接するように各支柱 10 が変形し、その変形に伴って各支柱 10 が斜面下方に傾倒している。このようにネット体 14 を支持する支柱 10 が変形したり傾倒したりしてしまうと、ネット体 14 が張設されなくなるために、ネット体 14 の横方向中央部が不要に弛み、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量が更に大きくなってしまふ。なお、図 8 における支柱 10 の傾倒状態は、分かりやすいように誇張されたものであり、実際の支柱 10 の傾倒はもっと小さい。

【0050】

これに対し、隣り合う支柱 10 間に横部材 16 が配設されている図 7 の落石防護柵では、ネット体 14 が落石 R を捕捉した際の支柱 10 の上部が互いに近接するのが規制される。その結果、ネット体 14 の不要な弛みが抑制され、その分だけ、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量を抑制することが可能となる。しかしながら、この変位量の更なる抑制が期待される。

【0051】

図 6 (B) には、図 6 (A) の落石防護柵に図 1、図 2 の伝達部材 2 を配設した落石防護柵に落石 R が捕捉された状態を模式的に示す。落石防護柵は、例えば斜面 S から離れて浮いた状態で落下する落石 R もネット体 14 で捕捉する必要があるので、斜面 S から或る程度の高さまで伸展して張り渡される。しかしながら、実質的に落石 R が当接するのはネット体 14 の下部が殆どである。そこで、支柱 10 と支柱 10 の間において、上下方向に長く且つネット体 14 よりも剛性の大きい伝達部材 2 をネット体 14 に当接又は近接して配設しておく、例えば落石がネット体 14 の下部に衝突した際、落石 R の運動エネルギーが伝達部材 2 を介してネット体 14 の上方にも伝達され、伝達された部分もネット体 14 が変形する。即ち、上下方向に長い伝達部材 2 をネット体 14 に沿って配設することで、ネット体 14 の変形領域が上下方向に広がり、より効率よく落石 R の運動エネルギーが吸収される。結果として、ネット体 14 の最大変形量が小さくなり、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量が抑制される。

【0052】

更に、この実施の形態では、伝達部材 2 の長さをネット体 14 の上下方向長さと同じに

してあるので、落石衝突時のネット体 14 の変形領域を上下方向全域に広げることができ、落石 R の運動エネルギーがより一層効率よく吸収される。そのため、ネット体 14 の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置からの変位量をより一層小さくすることができる。また、伝達部材 2 の剛性をネット体 14 より大きく且つ支柱 10 より小さくしているので、ネット体 14 が変形した後、支柱 10 が変形する前に伝達部材 2 が変形し、この伝達部材 2 の変形によっても、落石 R の運動エネルギーを吸収することができる。

【 0 0 5 3 】

ところで、上下方向に長い伝達部材 2 をネット体 14 に沿って配設すると、落石衝突時に、ネット体 14 の変形領域が上方に広がるが、それに伴って、ネット体 14 全体が上方に引き上げられる。ネット体 14 が上方に引き上げられた結果、ネット体 14 と斜面 S、この実施の形態の場合は、ネット体 14 とコンクリート構造物 12 の間に隙間ができてしまうと、一旦、ネット体 14 に捕捉された落石 R が、その隙間から再び落下するおそれがある。また、ネット体 14 が上方に引き上げられる分だけ、落石 R を捕捉したネット体 14 の最大変形量も大きくなり易く、従って設定張設位置からの変位量も大きくなり易い。

【 0 0 5 4 】

この実施の形態の落石防護柵は、図 1、図 2 に示すように、伝達部材 2 の下端部が連結ロープ 6 によってコンクリート構造物 12 に連結されているので、落石 R がネット体 14 に捕捉されても、図 6 (C) に示すように、ネット体 14 も容易には上方に引き上げられない。従って、この実施の形態の落石防護柵では、落石 R が衝突してもネット体 14 と斜面 S (コンクリート構造物 12 を含む) の間に隙間ができず、捕捉された落石 R が隙間から再び落下するのを回避することができる。また、同時に、落石 R を捕捉したネット体 14 の最大変形量を小さくすることが可能となり、設定張設位置からの変位量も小さくすることが可能となる。

【 0 0 5 5 】

図 9 は、図 1、図 2 に示す実施の形態の落石防護柵に落石 R が捕捉された状態を模式的に示す説明図であり、つまり、図 9 (A) は図 6 (C) の平面図、図 9 (B) は図 6 (C) の斜面正面図である。ネット体 14 は、一部だけ図示している。同図から明らかなように、この実施の形態の落石防護柵では、落石 R を捕捉したネット体 14 の設定張設位置、具体的には支柱 10 及び横部材 16 で構成される門型からの変位量が、図 8、図 7 のものに比べて、著しく小さい。そのため、例えば道路際などへの設置が可能となる。なお、落石を捕捉したネット体 14 と斜面 S、この実施の形態ではコンクリート構造物 12 との間に、落石が通過する程度隙間ができなければ、伝達部材 2 の下端部を斜面に連結する必要はない。その場合でも、ネット体 14 と斜面 S、この実施の形態ではコンクリート構造物 12 との間の隙間は可及的に小さくしておくのが望ましい。

【 0 0 5 6 】

前述したネット体 14 には、前述した特許文献 1 に記載されるリング式ネットを使用することもできる。このリング式ネット 18 は、例えば図 10 に示すように、1 つのリング状部材 20 の周囲に 4 つのリング状部材 20 が均等に配置されるようにして、それらのリング状部材 20 の内周側同士が接触するように連結する。リング状部材 20 の連結構造は、様々な形態がある。

【 0 0 5 7 】

このリング状部材 20 は、例えば鋼線からなる線材を複数回 (5 ~ 20 回) 巻回し、周方向の数か所を締結具によって締め付けて構成されている。締結具は、例えば側面形状が C 字状の略筒状の金具であり、巻回により重合された線材の外側に被せてから加締めることにより固定されている。このリング状部材 20 は、例えば、線材の材料、線材の線径、線材の巻回数、締結具による加締め力などを調整することで、後述する変形時の強度やエネルギー吸収力を調整することができる。

【 0 0 5 8 】

リング状部材 20 を構成する線材には、例えば硬鋼線材から製造される鋼線が好ましい

10

20

30

40

50

が、例えば軟鋼線材から製造される鉄線でもよい。鋼線の場合、引張強度 800 N/mm^2 以上のものが好ましい。また、これらの線材にメッキや被覆を施したのもを用いることができる。更に好ましくは、前述した菱形金網に用いられる硬鋼線材でリング状部材20を構成する。線材の線径は $2.5\sim 5\text{ mm}$ 程度で、リング状部材20の直径は、捕捉対象の落石の大きさに合わせて設定する。リング式ネット18は、リング状部材20の直径を変更することで、捕捉対象の落石の大きさに容易に対応することができる。例えば、斜面Sの岩や礫の大きさを調査し、その大きさに合わせてリング状部材20の直径を設定すれば、落石発生時の落石を効果的に捕捉することができる。

【0059】

リング状部材20を連結して構成されるリング式ネット18は、例えばネット面に垂直な力（負荷）が加わると、リング状部材20が互いに引っ張られるので、リング状部材20の形状そのものが変形すると共に、リング状部材20を構成する線材の巻回が緩むように変形する。これらの変形は、落石の運動エネルギー、具体的には落石が衝突してネット面に負荷が作用するときを生じ、リング式ネット18に負荷が加わるとリング状部材20が変形することで、落石の運動エネルギーが吸収され、結果としてリング式ネット18で落石を捕捉する効果が得られる。

【0060】

従って、リング状部材20の変形に必要な力、換言すればリング状部材20の変形によって吸収可能な落石の運動エネルギーは、例えばリング状部材20を構成する線材の材料や線径、巻回数、或いは締結具による線材の加締め力で調整することができる。

【0061】

このように、この実施の形態の落石防護柵によれば、斜面Sの正面視左右方向に所定の間隔を設けて複数の支柱10を立設し、それら複数の支柱10によって支持するネット体14をそれらの支柱10間に張設する場合に、ネット体14よりも剛性が大きく且つ上下方向に長い伝達部材2を支柱10の間の領域でネット体14に当接又は近接するように配設する。これにより、支柱10間に張設されたネット体14に落石が衝突したときのネット体14の変形領域が上下方向に広がる。従って、ネット体14の最大変形量を小さくすることが可能となり、落石を捕捉したネット体14の設定張設位置からの変位量を抑制することができる。その結果、大きな剛性のネット体14を使用する必要がなく、その分だけ、重量やコストを低減することが可能となる。また、ネット体14を支持する支柱10の斜面横方向の間隔を小さくする必要がないので、支柱10の数を低減することが可能となり、その分だけ、部品点数やコストを低減することが可能となり、施工も容易になる。また、ネット体14の変形領域を広げて落石を捕捉することにより、伝達部材2の変形を回避することができれば、落石捕捉後に伝達部材2を再利用することも可能となる。

【0062】

また、伝達部材2の剛性を支柱10よりも小さくすることにより、ネット体14が落石を捕捉した後、支柱10が変形する前に、伝達部材2が変形する。従って、ネット体14の変形だけでなく、この伝達部材2の変形によっても落石の運動エネルギーが吸収されるので、落石の運動エネルギーを効率よく吸収することができる。また、支柱10の変形を回避することができれば、落石捕捉後に支柱10を再利用することも可能となる。

【0063】

また、伝達部材2の長さをネット体14の上下方向長さと同じにしたことにより、落石が衝突したときのネット体14の変形領域が上下方向全域に広がるので、ネット体14の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体14の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

【0064】

また、伝達部材2をネット体14に対して斜面山側に配置したことにより、落石が衝突したときのネット体14の変形領域を可及的速やかに上下方向に広げることができ、その結果、ネット体14の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体14の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

また、伝達部材 2 の下端部をコンクリート構造物 1 2 又は基礎構造に連結したことにより、落石が衝突したときに伝達部材 2 の下端部が斜面 S から離間してしまうのを抑制することができるので、落石をネット体 1 4 で確実に捕捉することができる。また、ネット体 1 4 の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体 1 4 の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

また、伝達部材 2 の下端部を連結ロープ 6 で連結し、その連結ロープ 6 には所定値以上の負荷が加えられたときに所定の制動力を伴いながら連結ロープ 6 の長さの伸びを許容するブレーキ装置を設けた。これにより、ブレーキ装置の設置によって連結ロープの伸びに

10

【 0 0 6 7 】

また、隣り合う支柱 1 0 の上部間に、その隣り合う支柱 1 0 の上部が互いに近接するのを規制する横部材 1 6 を配置したことにより、落石がネット体 1 4 に当接したときの隣り合う支柱 1 0 の上部間の近接が横部材 1 6 によって規制されるので、ネット体 1 4 の不要な弛みが抑制され、結果的に、落石を捕捉したネット体 1 4 の設定張設位置からの変位量を抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

また、斜面左右方向両端部の支柱 1 0 間に架け渡されて固定され且つネット体 1 4 を補強する横方向補強ロープ 2 6 をネット体 1 4 に挿通又は連結した。これにより、落石が衝突したときのネット体 1 4 の変形領域を斜面左右方向（横方向）にも広げることが可能となり、ネット体 1 4 の最大変形量をより一層小さくすることができ、落石を捕捉したネット体 1 4 の設定張設位置からの変位量をより一層抑制することができる。

20

【 0 0 6 9 】

また、ネット体 1 4 による落石の捕捉と横方向補強ロープ 2 6 によるネット体 1 4 の変形抑止を調整することで、ネット体 1 4 が変形して落石の運動エネルギーを吸収する以前に横方向補強ロープ 2 6 によって落石の持つ運動エネルギーを受けることが可能となる。

【 0 0 7 0 】

以上、実施の形態について説明したが、本発明の構成はこれらの実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内で種々変形が可能である。例えば、上述した横方向補強ロープ 2 6 や伝達部材 2 の本数や材質については現場の状況に応じて適宜選択されるものであり、また、それらのブレーキ装置は、上述の構成に限定されるものではなく、制動力を伴いながら横方向補強ロープ 2 6 や連結ロープ 6 の伸びを許容するものであれば如何なるものを用いてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

また、前述の実施の形態では、ネット体 1 4 を 1 張だけ、斜面横方向両端部の支柱 1 0 間に張架したが、例えば各支柱 1 0 間毎にネット体 1 4 を張架してもよい。

【 0 0 7 2 】

また、本発明の適用は、新たに斜面 S に構築する場合だけでなく、既設の落石防護柵の基礎に対して支柱 1 0 やネット体 1 4 を本発明の構造によって設置することも可能である。

40

【 符号の説明 】

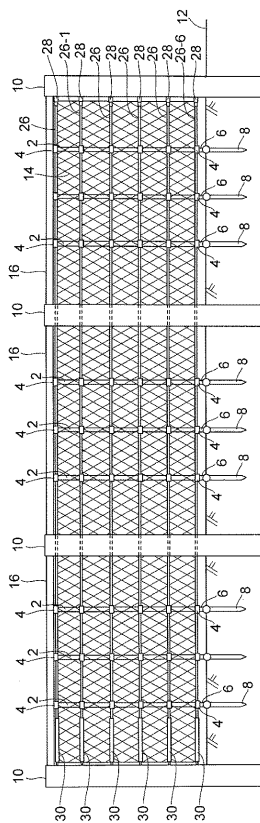
【 0 0 7 3 】

- 2 伝達部材
- 6 連結ロープ
- 1 0 支柱
- 1 2 コンクリート構造物
- 1 4 ネット体
- 1 6 横部材

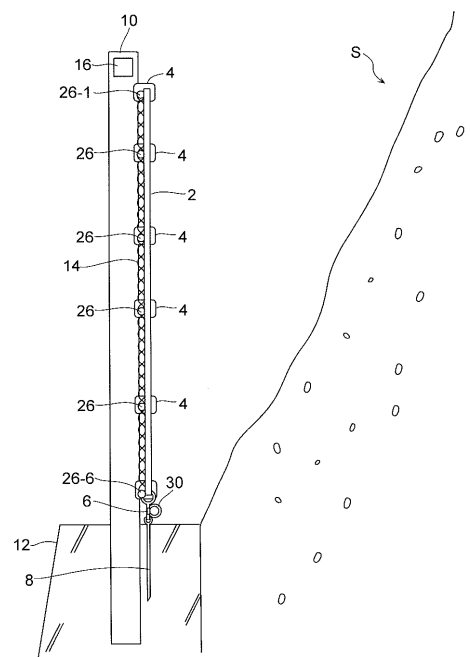
50

- 1 8 リング式ネット（ネット体）
- 2 2 菱形金網（ネット体）
- 2 6 横方向補強ロープ
- 3 0 ブレーキ装置
- S 斜面

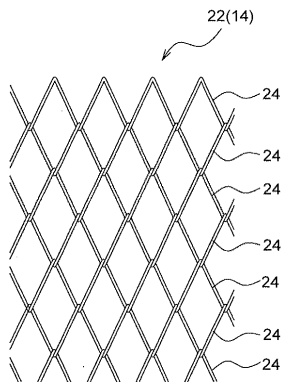
【図 1】



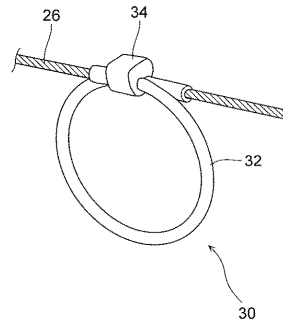
【図 2】



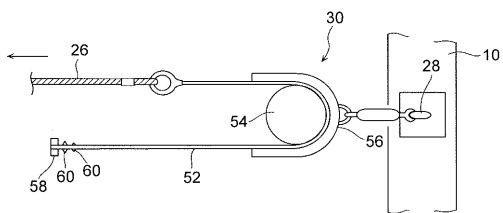
【図 3】



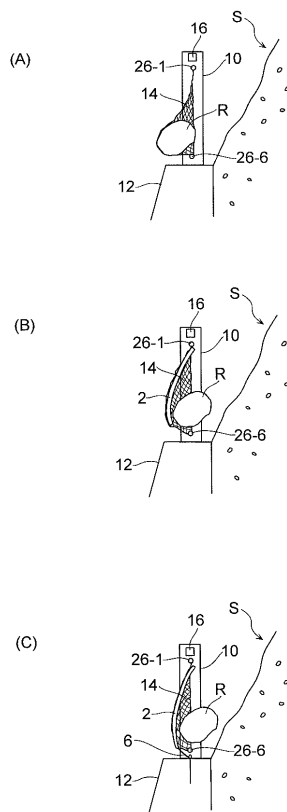
【図 5】



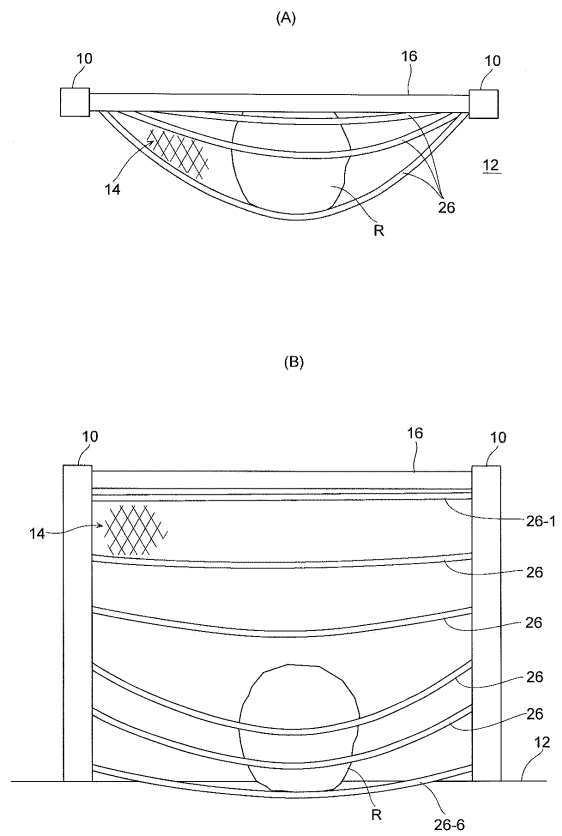
【図 4】



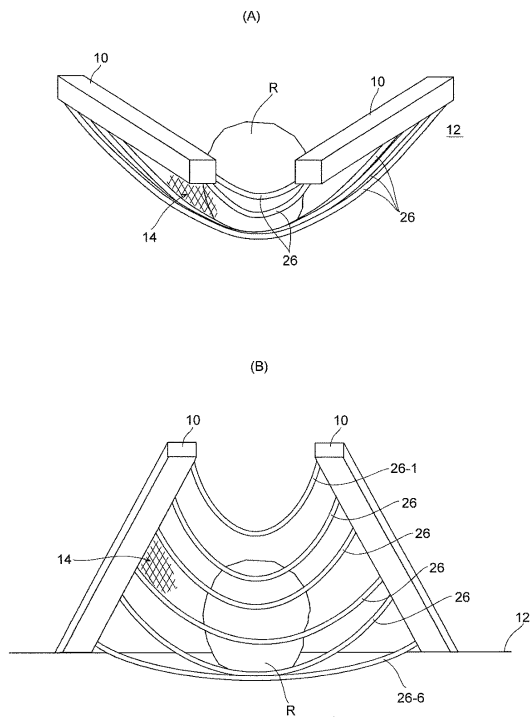
【図 6】



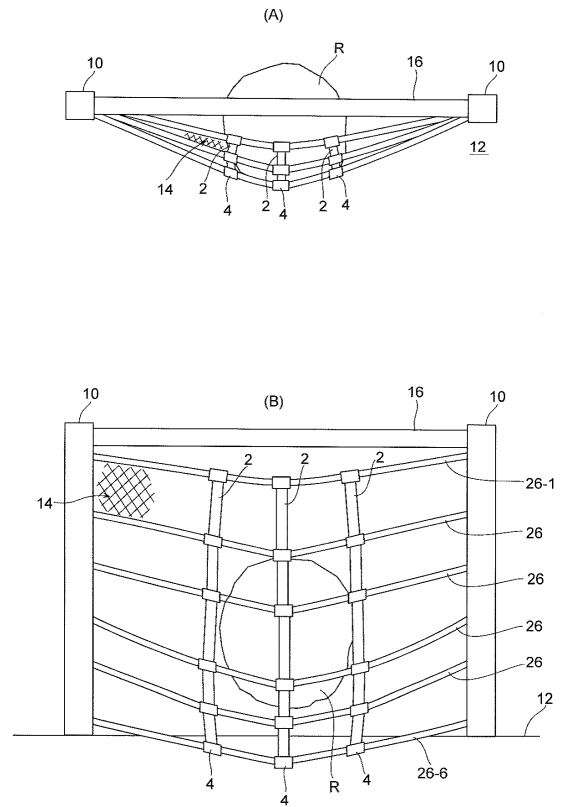
【図 7】



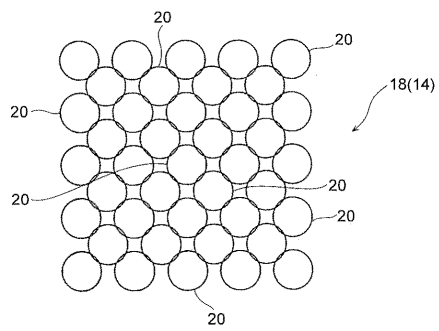
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2010 - 138551 (JP, A)
特開 2002 - 115213 (JP, A)
特開 2014 - 001584 (JP, A)
特開 2015 - 161105 (JP, A)
特開平 11 - 336025 (JP, A)
特開 2003 - 003425 (JP, A)
米国特許第 05395105 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E 01 F 7 / 04