

落石対策工法に関する新技術提案

ケイワンコイルネット工法・ケイワンボンド工法

楽石研究会 非会員 ○小林 翔
楽石研究会 非会員 望月 潤

1.はじめに

近年、構造物の経年劣化による重大事故や、東日本大震災をはじめとする天災の頻発により、「安全」という目に見えづらい物が改めて見直されてきています。その流れは建設業界においても変わりなく、より安全を重視した工事・工法へと注目が集まってきています。その反面、公共事業費の削減も声高に叫ばれ、コスト面も重視される傾向にあります。こうした現状を踏まえ、新規開発された工法が、「ケイワンコイルネット工法」及び「ケイワンボンド工法」になります。今回は、この2工法に関し、複数回行われた実験結果を踏まえ紹介させていただきます。

2.工法紹介

2.1 ケイワンコイルネット工法

ケイワンコイルネット工法は既設の落石防護網工に対する補強工法です。近年、架設されて十数年を経たロックネットが、ネット自体の劣化や想定以上のエネルギーを持つ落石により破損する事例が相次いでいます（写真1,写真2）。従来こういった状況では、既設構造物を撤去し、より吸収力の高い製品を設置する手法が比較的多く取られています。確かに、構造物を新設することにより根元的な問題は解決しますが、構造物の設置・撤去には莫大なコストが必要になり、また工期も長期にわたる傾向にあります。公共事業費の削減が叫ばれる昨今、公共事業の発注自体が縮小傾向にあり、こういった高コスト工法は避けられる傾向にあります。複数の法面施工業者で組織された我々楽石研究会は、こうした現場からの声を受けケイワンコイルネット工法を開発いたしました。ケイワンコイルネット工法は、既設のロックネットに対し、独自開発されたスプリングコイルを編み込むように取り付けていきます（写真3）。ケイワンコイルネットには①既設落石防止網の撤去が不要なため、低コストで施工が可能になる。②従来の金網部材と比較し軽量であり、取り扱いも容易なので施工性が大幅に改善され、納期の短縮につながる。③コイル自体に亜鉛メッキ処理を施しているため、高い防錆性能を有している。④従来の外観と比べても大きな変化が見えず、廃棄物も少ないため環境への影響が少ない。といった特徴が挙げられます。



写真 1 既設ロックネット破損状況



写真 2 既設ロックネット破損状況

キーワード 法面工，高エネルギー，落石防止網，岩接着，楽石研究会

連絡先 〒409-3607 山梨県南巨摩郡身延町手打沢 1271 (株)深沢工務所 TEL 0556-42-2045

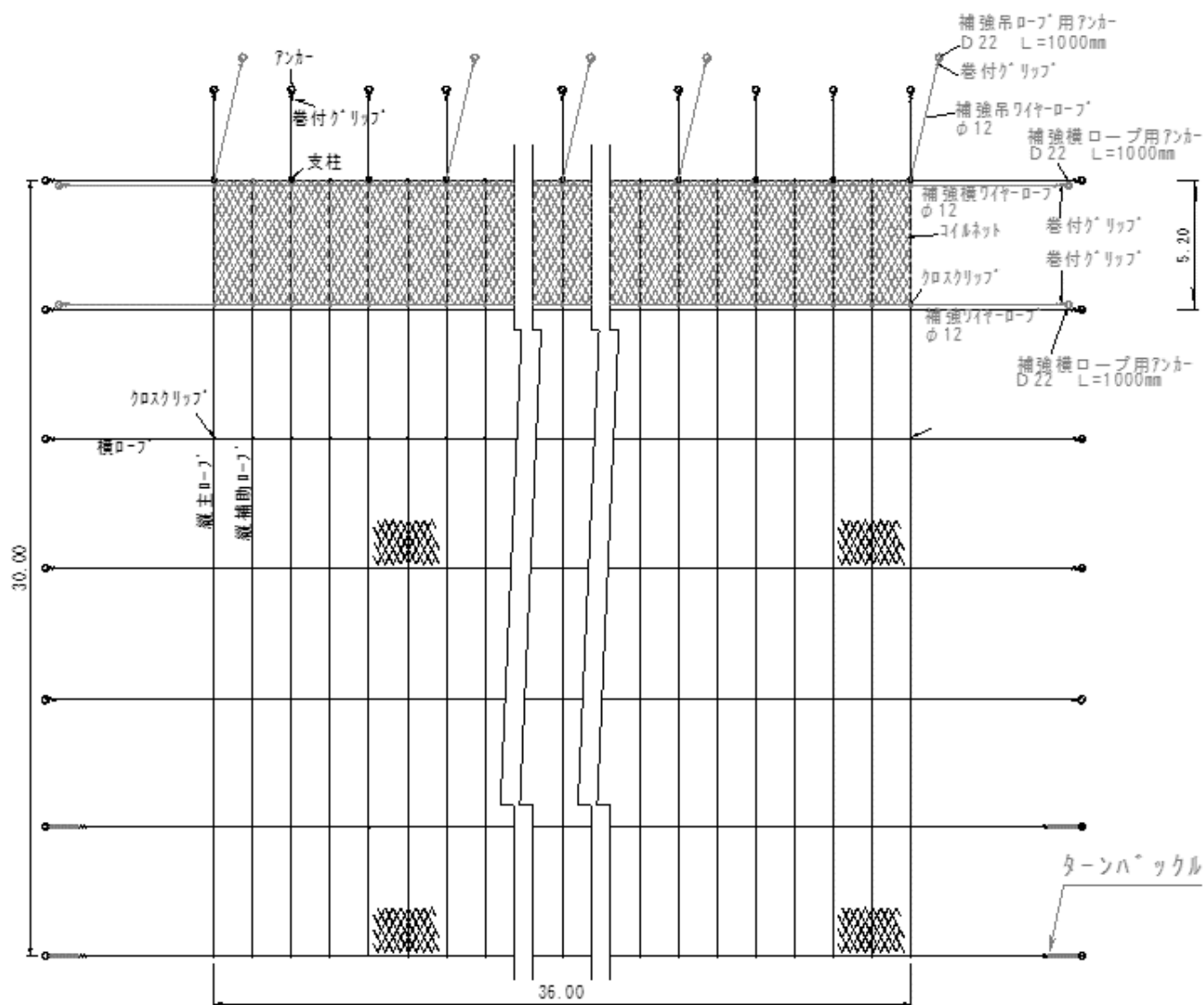
2.1.1 ケイワンコイルネット工法の設計

ケイワンコイルネット工法は、既設落石防護網を利用し、コイルネットの効果によって落石の衝撃を吸収して捕捉します。

形状は、施工高さ 5.2m を標準とし、施工幅の制限は規定しません。構造物は、コイルネット、補強ワイヤーロープ、補強アンカーから構成されており、既設落石防護網に対し図 1 のように構成されます。



写真 3 コイルネット取付状況



部材数量表(14スパン 5.2m×36.00mの場合)

部材品名	企画・寸法	数量	単位	単価
コイルネット	L=3.0 φ300 @80	216.0	本	
アルミスリーブ	結束1個所当り2個	414.0	個	
横補強ワイヤーロープ	φ12 3×7 G.O	120.0	m	
アンカー(吊・横)	D25 L=1.0m	8.0	本	
巻付クリップ(吊・横)	φ12用	8.0	本	
クロスリップ	押え×縦ワイヤーロープ交点	50.0	箇所	
補強吊ワイヤーロープ	L=7.0m φ12 3×7 G.O	4.0	本	
ターンバックル	φ25×350	4.0	本	

図 1 標準構造図

ケイワンコイルネットの施工は以下の手順により行われます。

施工に先立ち、ロックネット全体の健全性を調査し、補修位置を確定します。施工範囲については、設計資料および図面などに基づいて測量を行い、設計数量と現地数量の差異を確認します。施工範囲の測定は、既設金網ネットと地山形状を考慮して、落石発生時の金網ネットへのヒットポイントを描くスパン確認し、施工予定数量を算出します。その結果、設計数量と施工予定数量が異なる場合は、発注者の立ち合いの上で協議を行い決定します。

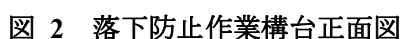
補修位置確定後、不良個所について補修交換を実施し、既設落石防護網を健全化します。

広範囲にわたり金網の破損を確認した場合は補修が困難なため、不良既設金網を撤去し再設置を行います。健全箇所との結合は金網を編み込み一体化させます。一部分の破損については金網表面より補修金網をかぶせるようにして補修を行います。この時の連結部は既設金網健全部に編み込み、左右両端は重ね 200mm 以上確保することとします。

既設アンカーが使用不可能な場合は、再度アンカーを設置します。補修アンカー設置については、補強アンカーと同様に行います。

既設ワイヤーロープの破損腐食が確認された箇所については原則交換を行います。既設ロープ長を測定後、同じ長さに切断したワイヤーロープを取り付けます。この際、過緊張や緊張不足が生じないように目視にて注意しながら行います。その他調査時に、不良が確認された小部材は撤去して交換を行うものとします。

部材などの落下防止を目的として、落下物防止作業構台を既設落石防護網に設置します。(図 2.3 参照)



(1)補強アンカー組立

岩部用アンカー（D22. L=1000mm）を標準とします。
ただし、現地状況により土砂部での施工となる場合、これの同等強度を有する土砂部用アンカーを使用します。また、土被り厚が 50cm 以下で岩部にあたる場合は、L=1500mm の岩部用アンカーを使用します。

(5)アンカー長選定

アンカー長は、現地地山の土被り厚を調査し決定します。なお、アンカー長は 1.00m 及び 1.50m とします。

(6)削孔

①削孔方法

削孔方法は、空気圧縮機、削岩機を用いて行います。

削孔はあらかじめ設置した親綱に安全帯、ロリップにて体を固定しておこない、スライムが孔内に残留しないようにエアーにてフラッシングを念入りに行います。

②施工管理

施工管理は、削孔長について管理します。

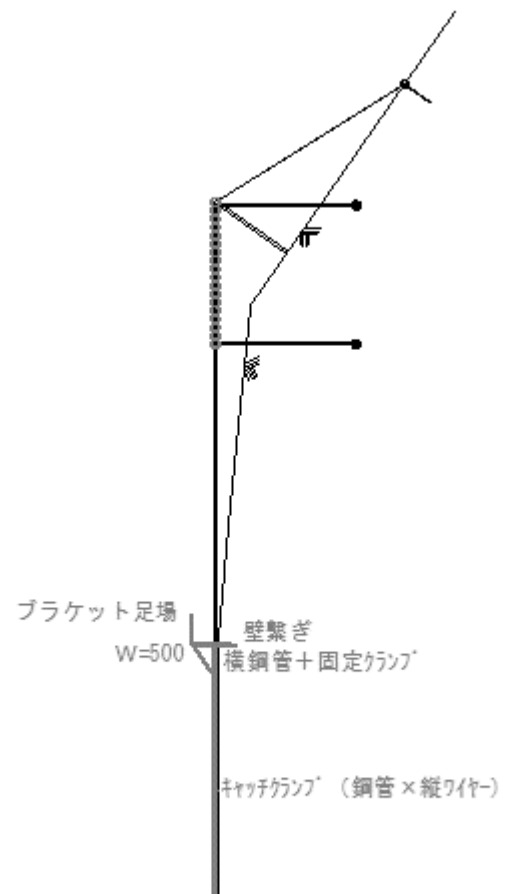


図 3 落下物防止作業構台断面図

(7)セメントカプセル挿入

水中に浸漬させ、気泡の発生がなくなるまで（4～5 分間）給水させ、給水させたセメントカプセルを所定本数孔内に挿入します。

(8)アンカー体挿入

アンカー体挿入は、先に挿入しているセメントカプセルを孔内の隅まで充填できるよう、アンカー体を上下させ挿入します。挿入後は口元寄りのオーバーフローを確認し挿入完了とします。

(9)定着確認試験

定着確認試験は、アンカー組立完了時にアンカーの定着力が目標耐力まで達しているか確認するものとなります。

(10)補強吊りワイヤーロープ設置

補強吊りワイヤーロープと支柱頭部の連結は、巻付グリップを用いて設置しますこのとき補強ワイヤーロープにたるみが生じないように、レバーストックを使用し設置します。

(11)補強横ワイヤーロープ設置

①ロープ設置

予め設置した横アンカーに巻き付けグリップを用いて設置します。

このとき、横ロープの過緊張によりコイルネット及び既設金網ネットにたわみが生じないように目視により確認していきます。最下端及び 2 段目横ロープにおいては、落石発生時安易に取り外せるようターンバックルを用いて取り付けます。

② 小部材設置

設置した横ロープが移動しないよう、既設縦ロープにクロスクリップを用いて固定します。

(12)コイルネット設置

コイルネットの設置は、既設金網ネット最上段横ロープよりコイルネットをスパン端部から、らせん状に回転させ既設金網ネットに挿入し、コイル断面中心に既設金網ネットが来るように設置していきます。これを連続作業で行い、計画高まで上部より下方に設置していきます。

(13)コイルネットスパン間の連結

コイルネットの連結については、重ね部を 200mm 以上とし、コイルネット重ね合わせ 1 ヶ所あたり最低 2 個以上スリーブ等を用いて連結します。

コイルネット緒元 $\phi 5\text{mm}$ 硬鋼線(内径292)

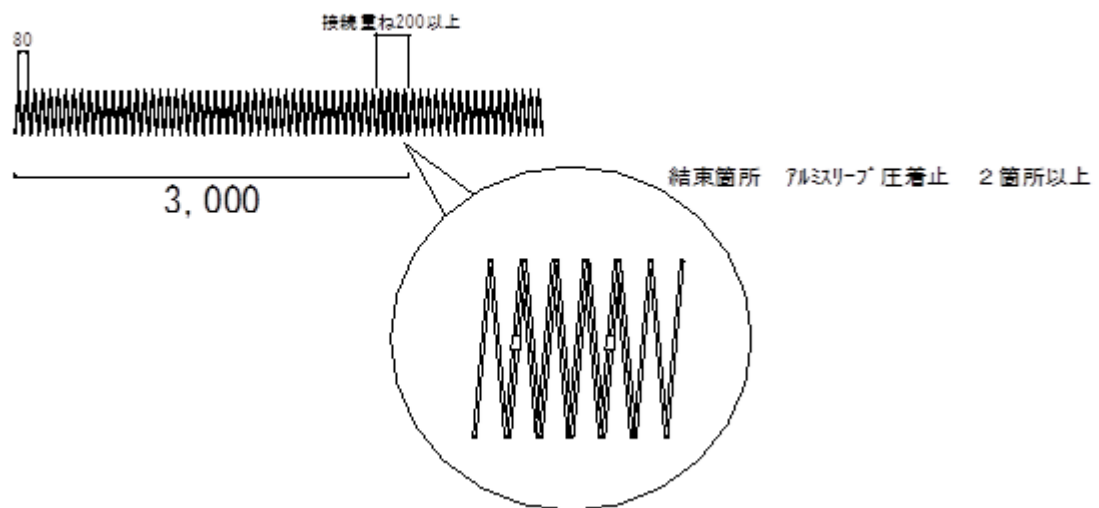


図 4 コイルネット諸元

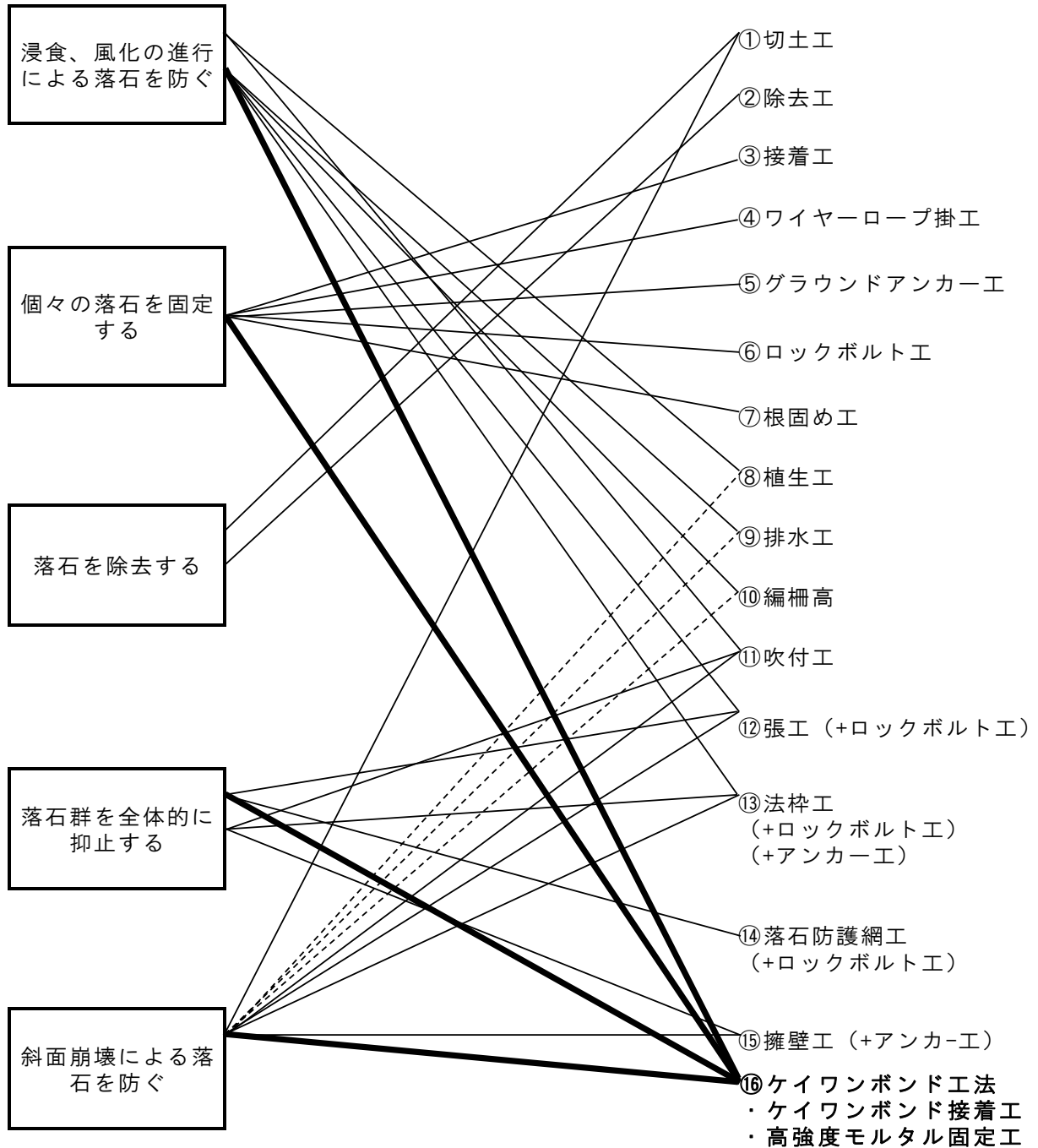
2.2 ケイワンボンド工法

ケイワンボンド工法は、不安定な岩塊・転石群を高強度モルタル及び接着モルタルを用いて地山に一体化固定し、斜面全体を被覆することで安定性を図る落石予防工です。また、落石の恐れのある単体の岩塊亀裂部については、接着モルタルにて岩塊を基岩と接着・充填して重心を後背移動させることにより、安定性を図ることも可能となります。従来の除去工の削減・除去時の危険性回避・転石群を落石防止の構造体として利用することによる新規導入材料の節約といったメリットが期待できます。

2.2.1 ケイワンボンド工法の適用範囲

ケイワンボンド工法が適用できる範囲は図 5 のように選択されます。

1. 崩壊、落石発生原因となる風化・浸食予防
2. 落石発生の防止
3. 小規模な崩土の落下防止
4. 落石後の堆積物固定による二次災害の予防
5. 施工時の河川汚濁など自然環境への配慮



————— 効果が期待できる
 ----- 場合により効果あり

出典：落石対策便覧H12.6日本道路協会より抜粋

図 5 ケイワンボンド工法適用範囲

2.2.2 ケイワンボンドモルタルの特徴

ケイワンボンドモルタルの特徴は、落石災害の危険性を含んだ転石（単体）はもちろん、複数に及ぶ転石群にも対応が可能であり、様々な立地条件・規模また重心位置の保全対象物に応じた固定手法を用いることが可能です。また、のり面・斜面の安定を図るため、従来の転石除去作業などは必要なく、周辺環境へ考慮した施工が実現できます。

3.まとめ

今回ご紹介させていただいた2工法は、我々楽石研究会の会員である各施工業者が、日々行っている作業を通じて開発された工法です。誰よりも危険個所を把握する必要に迫られる施工業者だからこそ、知りうる危険要因を排除する。こうした目的のために発足した我々研究会ですが、今後ともより安全な製品開発に尽力していく次第です。ぜひよろしくお願いいたします。

【参考文献】

社団法人日本道路協会(1990),『道路防雪便覧』

社団法人日本道路協会(2009),『道路土工 切土工・斜面安定工指針』

社団法人日本道路協会(2012),『道路土工 擁壁工指針』

社団法人日本道路協会(2013),『落石対策便覧』