

(株)第一コンサルタント 正員 ○加賀山 肇
 (株)第一コンサルタント 正員 右城 猛
 (株)ロイヤルコンサルタント 正員 筒井 秀樹

1. まえがき

四国は地質が脆弱で地形が急峻であるため落石危険箇所が多い。東南海・南海地震が起これば、落石によって道路は寸断されることが予想されているが、近年の財政事情から落石対策は進んでいない。

筆者らは新しい落石防護ネット「ロングスパン」の研究開発に携わっている。この落石防護ネットは、地震等による落石災害に備えて、四国の産・官・学が技術を集結して開発に取り組んでいるものである。

本稿では開発の背景、「ロングスパン」の概要と特徴について述べる。

2. ロングスパン開発の背景

(1) 高知県は落石防護ネット発祥の地

わが国で落石対策が本格的に行われるようになったのは、「高知国道 56 号落石事件」からである。昭和 38 年、高知県中土佐町の国道 56 号を走行中の軽トラックに落石が直撃、助手席の同乗者が死亡した。道路管理者の管理瑕疵が問われた最初の落石事故であった。当時の国道 56 号は、安和海岸沿いに走っている現在の一般県道 320 号久礼須崎線であり、高

知県土木部が管理していた。この事件をきっかけに、安和海岸沿いでは昭和 40 年から昭和 44 年にかけて大規模な落石対策が行われた。日本初の本格的な落石対策工事であった。この工事により様々な工法が考案され、その中の一つに、ミニポケット式ロックネットがあった。この工法に改良を加えたのが、現在多用されているポケット式落石防護ネットや高エネルギー吸収型落石防護ネットである。意外と知られていないことであるが、高知県は落石防護ネット発祥の地であり、わが国の落石対策技術の発展に大きく貢献しているのである。

(2) 四国から全国へ

高知県で考案され四国を中心として全国に普及していったポケット式落石防護ネットや高エネルギー吸収型落石防護ネットは、現在では、落石防護工の代表的工法となっている。

しかしながら気が付けば、四国にはあまり利益が残らない仕組みが出来上がっていた。限られた予算が吸い上げられていく。そこで、「何とかして四国に利益を残そう！」「四国に雇用を増やそう！」「四国から全国へ発信してゆこう！」と四国の企業が立ち上がった。これに、官・学の賛同をいただき、四国の産・官・学の協力体制による研究開発がスタートした。開発のコンセプトは、安全性とコストパフォーマンスに優れた新しい落石防護ネットである。

3. ロングスパンの概要と特徴

ロングスパンは高エネルギー吸収型落石防護ネットに位置付けられる。その構造は、図・1、図・2 に示すものである。従来のポケット式落石防護ネットと比べ、次の点が大きく異なっている。

(1) 支柱の間隔

一般的なポケット式落石防護ネットの支柱は、3m 間隔で複数設置されるが、ロングスパンの場合は、両端

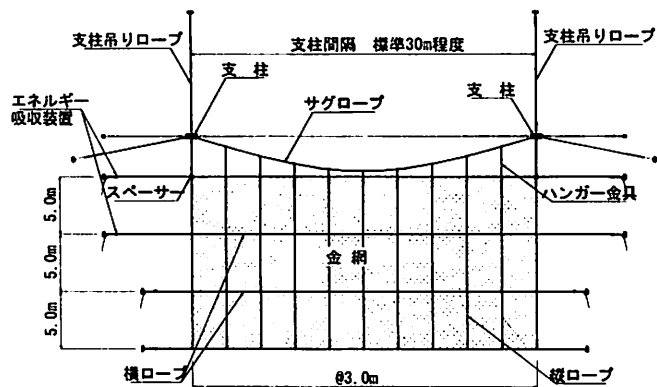


図-1 ロングスパン正面図

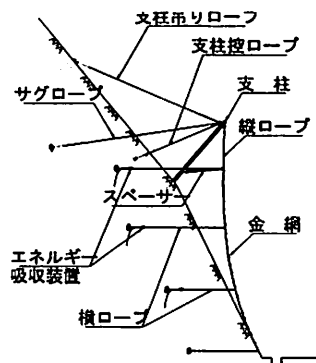


図-2 ロングスパン側面図

のみの設置である。支柱は、落石の経路となる沢道を避けて設置することで、落石の直撃を防ぐことができる。支柱間隔は、当面の間 30m 程度以下を標準としている。

(2) エネルギー吸収金具

落石による衝撃力で金網やワイヤロープ、アンカーボルトの破損を防ぐため、ワイヤロープの端部にエネルギー吸収金具を取り付けている。実物大規模の重錘衝突実験を行った結果、衝突時のエネルギー 70kJ でアンカーボルトがせん断破壊を起こしたためである。

このエネルギー吸収金具は、落石研究における世界的権威である金沢大学名誉教授 吉田 博 工学博士によって考案されたものである。ワイヤロープが降伏するまえに滑り出してエネルギーを吸収する構造になっており(図-3)、その性能は数多くの衝撃実験によって実証されている。

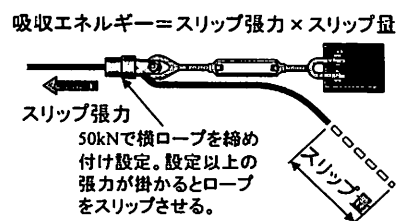


図-3 エネルギー吸収金具の仕組み

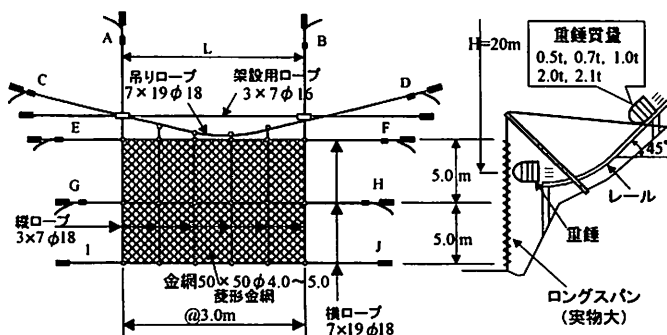


図-4 重錘衝突実験装置

(3) エネルギー吸収機構

既存の落石防護ネットのエネルギー吸収機構は、防護ネットの質量が大きいほど落石エネルギーを吸収できるというものである。しかしながら、質量を大きくしたのでは、材料費や運搬費、設置費が高くなるだけで、実際のエネルギー吸収性能はあまり向上しない。

ロングスパンのエネルギー吸収機構は、防護ネットが落石を受け止めたときの変形量を大きくすることによって落石エネルギーを吸収するものである。少ない材料で落石エネルギーを吸収することによって、コストパフォーマンスを高めることに成功した。落石防護柵の研究開発における先進国であるスイスやオーストリア、イタリアなどにおいては、エネルギー緩衝装置を取り付けて防護柵を大きく変形させることによってエネルギー吸収性能を高めるという考え方が常識になっている。

(4) 実物実験による性能検証

ロングスパンの安全性能は、これまで 10 回におよぶ実物大規模の重錘衝突実験により検証されている。

実験の方法は、落下高さ 20m、傾斜角 45° に設置したレール上に重錘を滑走させてロングスパンに衝突させるものである(図-4)。実物大規模の重錘衝突実験は国内初の試みであった。現時点で最大 400kJ の可能吸収エネルギーを確認している。

また、利用者の方々に開発のプロセスを共有していただくため、10 回の実験のうち 3 回は公開実験とした。実験に参加者していただいた方々からの様々な意見を反映させているのもロングスパンの特徴である。

ロングスパンは、実物実験によって検証された性能評価型の新しい落石防護ネットなのである。

4. おわりに

性能確認実験を繰り返すうちに、これまで常識的に考えられていた理論や性能には、様々な問題が潜在することが明らかになった。

- ・ 現行の設計法における吸収エネルギー式の不合理、ネットの変形概念
- ・ 衝撃力によるアンカーボルトのせん断破壊、巻付けグリップの引き抜け
- ・ ネット裾部からの落石の抜け出し
- ・ 支柱の基礎地盤に対する検討の必要性

ロングスパンは、このような問題を克服し開発された落石防護ネットである。

現在、わが国は道州制に向けて舵を取っている。四国として全国に物事を発信する。ロングスパンが四国の活性化に貢献できるよう努力してゆく所存である。