

# 「ストロンガー工法」公開実験(2013.4.16)

榊第一コンサルタンツ 右城 猛

## 1. まえがき

4月16日、吉田博先生が新しく開発された落石防護柵「ストロンガー工法」の公開実験を見学させていただきました。

四国からは私の他に、日本プロテクト（株）の加賀山社長，有木氏，高市氏が来られていた。

## 2. 実験の方法



実験場所は、小矢部市水島のご自宅に作られている実験場である。背後に見られる家が吉田先生のご自宅である。



実験に使用された重さ 0.78 トンの重錘。トラックレーンで吊り上げて自由落下させる。そのため離脱装置が見られる。

重錘の運動エネルギーが同じでも、防護柵に与

えるダメージは、重錘の形状に影響される。このため、ヨーロッパでは性能実験に使用する重錘の形状が定められている。今回の実験には、ヨーロッパの仕様で作られた重錘が使用された。



実験は、防護柵実験専用で作られたコンクリート構造の基礎に、防護柵を水平に設置し、クレーンで13.07mの高さまで吊り上げ、自由落下させる。

防護柵の柵高は2mで、支柱間隔は3m×5スパン。重錘の運動エネルギーは100kJである。



ストロンガー工法の柵端部



中間支柱の H 形鋼が、重錘を受けたときにねじれて横方向（弱軸方向）に変位することにより強度を失うのを防止するため、支柱の付け根には下部拘束枠、上部には、ねじれ拘束枠及び連結棒が取り付けられている。

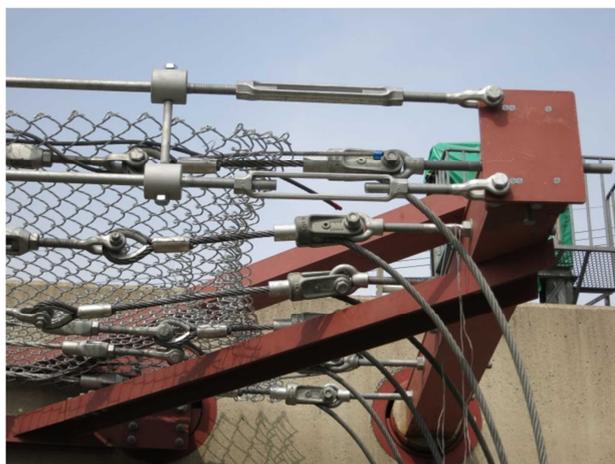
### 3. 実験結果



重錘は中央スパンに落下させた。日を改めて、端部のスパンにも落下させる実験を予定しておられる。



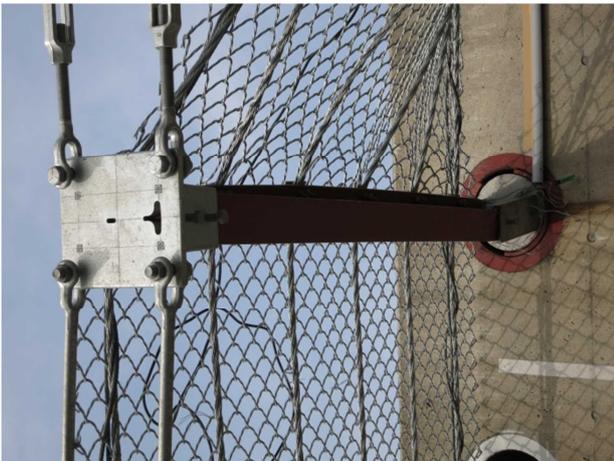
衝突速度  $v=16\text{m/s}$ ，運動エネルギー  $E=100\text{kJ}$  で衝突した重錘を見事に受け止めた。



ワイヤロープの両端には緩衝金具が装着されており、張力が  $40\text{kN}$  になるとロープがスリップしてエネルギーを吸収する仕組みになっている。

ワイヤロープは緩衝金具の中を通しているため、端部のロープ余長が短くなっている。

先端から 3 本目のワイヤロープのスリップが大きい。緩衝金具による吸収エネルギーは  $40\text{kJ}$ 。



中間支柱は、付け根と先端部を補強しているが、それでも少しねじれている。



金網ワイヤロープ式の通常の落石防護柵には、 $\phi 3.2\text{m}$  の菱形金網が使用されているが、ストロンガー工法には、素線 $\phi 2.6\text{mm}$ 3本よりワイヤ金網が使用されている。

3本より線の金網は強度が強くて粘りがある。金網は、上端と下端のワイヤロープに拘束しているが、中間のワイヤロープには拘束させていないため、ロープがずれて広がっている。

中間のワイヤロープで金網を拘束すると、変形ができなくなり破網する。

金網の吸収エネルギーは40kJ。

実験の様子は下記のサイトの youtube で紹介されている。

<http://www.youtube.com/watch?v=AuvmiLbLMq8>

#### 4. 実験から得られた知見と感想

これまでも数回実験をされており、下記の知見が得られている。

- ① 金網ワイヤロープ式落石防護柵の可能吸収エネルギーは30~50kJであるが、今回のように補強することで100kJまでの運動エネルギーを吸収できる。150kJになっても中間支柱の変形は大きくなるが、重錘を補足できた。
- ② 緩衝金具なしで実験をすると、 $\phi 2.6\text{mm}$ 3本より金網を使用しても、50kJでネットに穴が開き、100kJでワイヤロープが破断する。通常の $\phi 3.2\text{mm}$ の菱形金網であれば、25kJで破網する。
- ③ 今回の実験によるエネルギーの収支は、金網40kJ、緩衝金具40kJ、支柱等の変形20kJである。

「ストロンガー工法」は、既設の金網ワイヤロープ式落石防護柵、いわゆるストンガードの可能吸収エネルギーが30kJ程度であるため、100kJ程度まで性能アップさせることを目的に開発されたようであるが、補強用としてよりも新設用としての需要が多くなるように思われる。

この工法の特徴は、コストパフォーマンスに優れていることである。装着する緩衝金具の数が一定であるため柵の延長が長くなるほどコストは割安になる。1m当りの単価は10万円程度。

吉田博先生が何度も実物実験を繰り返し、性能が確認されているがこの製品の大きな魅力である。

## 5. 国道 156 号飛越峡合掌ライン見学

実験の後、(株)ビーセーフの松嶋社長に、国道 156 号飛越峡合掌ラインを案内していただいた。

庄川に建設されている「小牧ダム」湖畔の道路を飛越峡合掌ラインと呼ぶようであるが、日本サミコン製のスノーシェッド群が見られる。

富山県と岐阜を連絡する重要路線であるが、最近では東海北陸自動車道が完成している。



国道 156 号飛越峡合掌ラインに造られたスノーシェッド群。富山と岐阜を結ぶ重要路線。



写真左より日本プロテクトの有木氏、高市氏、ビーセーフの松嶋社長、日本プロテクトの加賀山社長。

## 6. あとがき

吉田先生に初めてお会いしたのは昭和 58 年である。当時、金沢大学で教授をされていた先生が企画された「落石の衝撃力およびロックシェッドの設計に関するシンポジウム」に、参加させていただいた時である。それ以降、先生にはいろいろとご指導いただき、親しくお付き合いさせていただいているが、既に 30 年が過ぎた。

牧野富太郎博士は自叙伝に「私は飯よりも女よりも好きなものは植物です」と述べているが、吉田先生は「三度の飯よりも好きなものは実験的研究です」と言われるに違いない。



砺波駅の近くの居酒屋で食事を吉田先生にご馳走になった。

「2013 年 4 月 17 日記」