

参考資料－1

1 道路標識の設計計算

道路標識の設計計算は「道路標識設置基準・同解説」により行うものとする。

1-1 設計条件

設計に必要な条件等は「道路標識設置基準・同解説」によるものとする。ただし、風荷重については以下の条件によるものとする。

(1) 風荷重

$$P_0 = \frac{1}{16} \cdot V^2 \cdot C_D$$

P_0 : 有効投影面積当り風荷重 (kg/m²)

V : 設計風速 路側式、複柱式……………50m/sec

片持式、門型式、歩道橋添架式……………60m/sec

道路照明……………60m/sec

C_D : 抗力係数 支柱……………0.7

標示板……………1.2

以上から、単位面積当り風荷重は次のようになる。

表 1-1 風荷重の大きさ

形式 (設計 風速) 対 象	路側式複柱式 (50m/sec)	※片持式門型式 歩道橋添架式 (60m/sec)	摘 要
支 柱	109kg/ m ²	158kg/ m ²	
標示板	188kg/ m ²	270kg/ m ²	ピン構造の吊下げ式は別途考慮する。

注) ※両持式 (T型式) 標識も含む

参考資料－2

◆ポケット式落石防護網の簡易式について

ポケット式落石防護網の採用にあたり、簡易式による設計を行う場合は、一般的に以下の手法が用いられているが、適用にあたっては、部材の強度及び特性、防護網の構造を十分に踏まえる必要がある。

(1) 落石エネルギーの算出

落石の衝突位置は、上端横ロープと2段目の横ロープの中心かつ支柱間の中心とし、落石防護網に作用する落石エネルギーは、落石防護網の傾斜を考慮して金網に直角方向の分力を求めることにより算出する。

$$E_w = \frac{1}{2} m (V \sin \theta_0)^2$$

ここに、 E_w : 落石エネルギー
 m : 落石質量
 V : 落石速度
 θ_0 : ネットの傾斜角

(2) 可能吸収エネルギーの算出

落石防護網の可能吸収エネルギー (E_T) は次式により算出する。

$$E_T = E_N + E_R + E_P + E_{HR} + E_L$$

ここに、 E_N : 金網の吸収エネルギー
 E_R : 上端横ロープ及び2段目の横ロープの吸収エネルギー
 E_P : 支柱の吸収エネルギー
 E_{HR} : 吊ロープの吸収エネルギー
 E_L : 衝突の前後におけるエネルギー差

(3) エネルギー差の算出

落石の衝突前後におけるエネルギー差 (E_L) は、次式により算出する。

$$E_L = \frac{m_2}{(m_1 + m_2)} \cdot E_w$$

ここに、 E_w : 落石の持ち込む運動エネルギー
 m_1 : 落石質量
 m_2 : 落石防護網質量

参考資料－3

◆簡易式が適用できる可能吸収エネルギーの範囲について

(独) 土木研究所

1. 可能吸収エネルギーと落石エネルギーの検証のための実規模実験

金網、ワイヤーロープ、支柱、吊ロープからなる従来型のポケット式落石防護網の実験装置を、実際の施工と同様の規模で製作し、落石に見立てたコンクリート製の重錘を網に衝突させ、防護網の性能を確認し、合わせて簡易式による設計の適合性を検証した。

(1) 実験装置

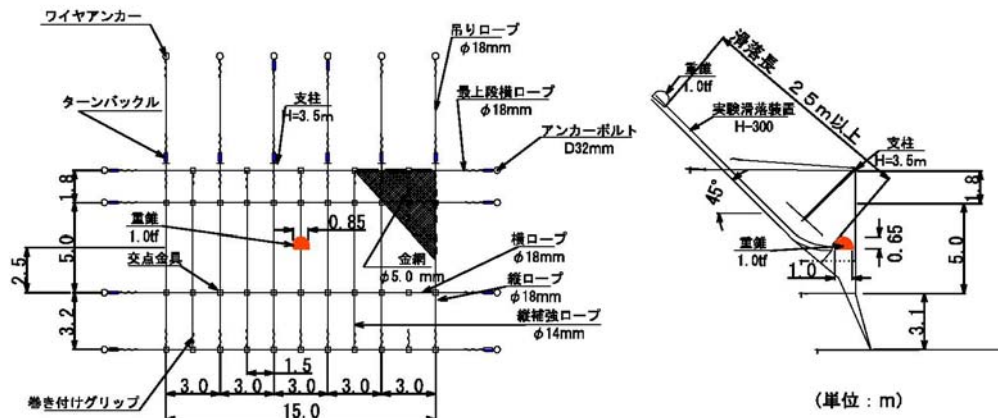
- 防護網全体：幅 15m、高さ 10m
- 菱形金網：φ 5.0mm
- 横ロープ：φ 18.0mm×4本
- 縦ロープ：φ 18.0mm×6本
- 支柱：H=3.5m、ヒンジ式
- 重錘：滑落長 25m 以上、質量 1.0t

(2) 重錘衝突実験

- H= 6.0m ($E_w=53\text{kJ}$)
- H=12.0m ($E_w=106\text{kJ}$)
- H=18.0m ($E_w=159\text{kJ}$)
- の3パターン
- 防護網の部材交点等にカメラターゲットを設置し、衝突の状況をハイスピードカメラで撮影



図－1 実験状況



図－2 実験装置の諸元

2. 簡易式の可能吸収エネルギー (E_T) の適用範囲について

緩衝装置類のないポケット式落石防護網の実験結果

実規模実験による落石の補足状況を勘案すると、簡易式の適用範囲は150kJ程度が望ましい。

重錘衝突実験において、簡易式で求めた設計可能吸収エネルギー E_T と、重錘の持ち込みエネルギー E_w の関係をグラフ化した。結果、 E_w が E_T 以下の場合には重錘をすべて補足したことを確認した。

実験結果から、重錘エネルギー150kJまでは、アンカー等の部材破断はあるものの、落石は補足されることが確認された。(図-3)

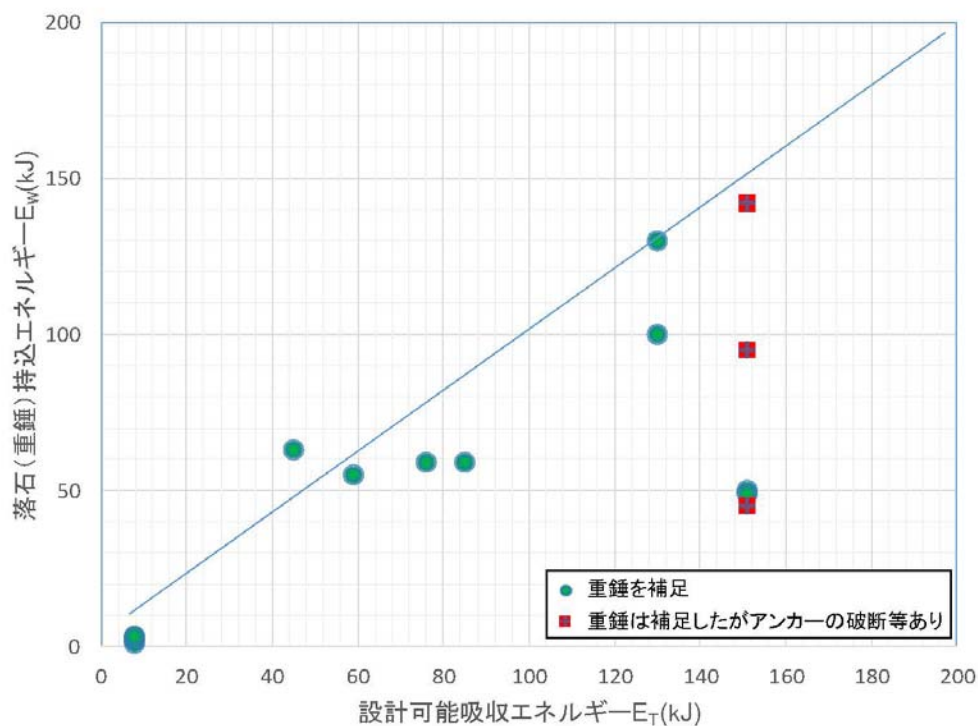


図-3 実規模実験における落石エネルギーと可能吸収エネルギー

3. エネルギー差 (E_L) の計算に用いる金網の有効範囲について

実規模実験及び数値解析による金網の有効範囲

E_L の計算で考慮する金網の質量の有効範囲の上限は、150m²程度とすることが望ましい。

重錘衝突実験の映像を分析した結果、おおよそ15m×10mの範囲で、防護網が変形・揺動して重錘を捕足していることが確認できた。(図-4)

数値解析においても、15m×10mの範囲で、防護網が重錘を捕足していることが確認できた。(図-5)

これらの結果から、防護網の各部材が損傷しない条件における金網の影響範囲は、15m×10m=150m²程度までの大きさであれば安全であるとみなされ、今後新設を行うポケット式落石防護網の設計においては、 E_L の計算で考慮する金網の有効範囲について、150m²程度を上限とし設計することが望ましい。この面積は、支柱の一般的配置の4スパン分の幅12mに換算すると、おおよそ12m×12m=144m²に相当する。

一方で、例えば、横ロープを固定するアンカーが外れる等、防護網に一定の損傷を認めつつ落石を捕捉する条件を仮定すると、数値解析においては15m×20m=300m²の範囲で防護網が重錘を捕足していることが確認できた(図-6)。

こうしたことから、金網の影響範囲を300m²程度まで想定し設計することは、特段の問題はないと考えられるが、こうした条件で設計した防護網については横ロープやアンカーの損傷を定期点検等により確認し、必要に応じて補修等を行うことが求められることに留意が必要である。

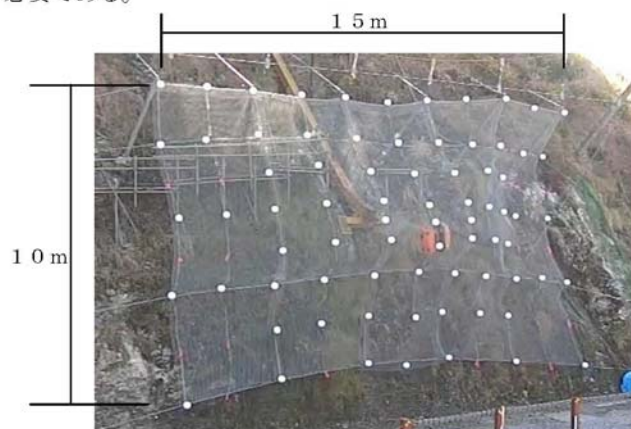


図-4 実規模実験で重錘衝突により網が揺動した範囲(幅15m×高10m)

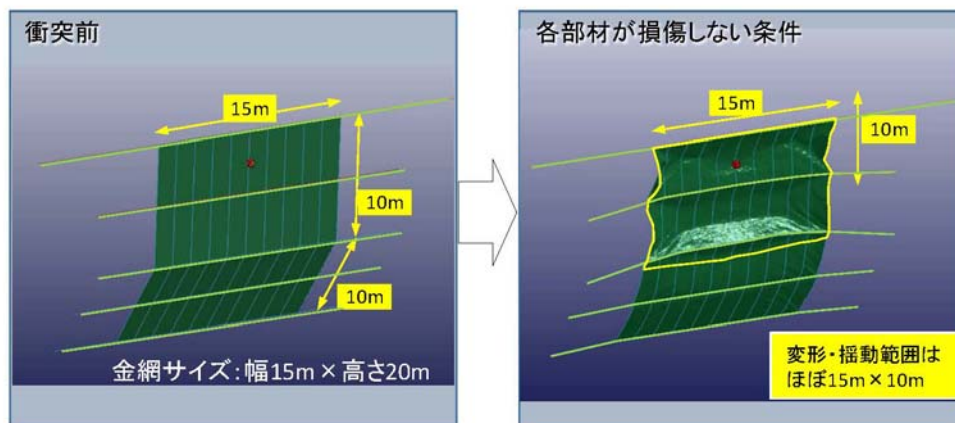


図-5 数値解析結果による金網の揺動範囲
(横ロープ固定:部材が損傷しないと仮定する条件)

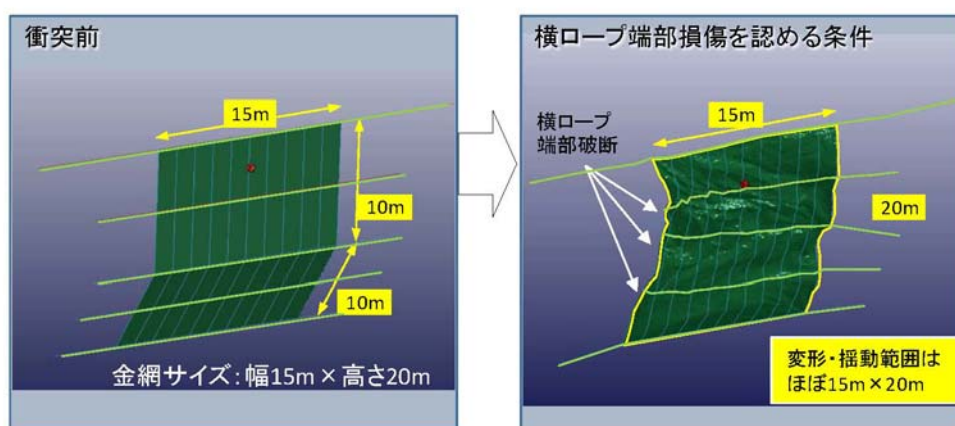


図-6 数値解析結果による金網の揺動範囲
(横ロープ解放:部材が損傷したと仮定する条件)