

1. はじめに

山岳道路における道路交通の安全を確保する上で、落石、土砂崩壊対策は道路管理上重要な課題である。本文は当所が新しい試みとして、国道45号の岩手県下閉伊郡岩手町茂師地内に延長200mにわたり、昭和49年度に実施した、「PC床版張出し式落石防護工」の設計、施工について報告するものである。

2. 設計計画

落石防護工としては「洞門型」が最も多く採用されているが、対象となる荷重によっては、経済的に不合理な場合も考えられる。次の理由から当地区の防護工型式として張出し式を計画した。(1) 判落が主因の落石を対象となること。(2) 施工時に片側交互交通で実施できること。(3) 切土面の岩と斉合性の良いもの。

(4) 開放面を多くしたいこと。(5) 高盛土で、基礎となる地盤も深く門型とした場合、基礎工の施工性が悪いこと。材質として、メタル、PCケタ、RC現場打等が考えられたが、次の点からRC現場打とした。

- (1) 破壊時を考えた場合、靱性に富み有利であること。
- (2) 施工性がよいこと。(3) 走行上の視覚と国立公園内における自然環境との調和。(4) 海岸に近く耐蝕性を考えた。

3. 設計

3-1 落石の軌跡と衝突力

岩塊が山腹の斜面と転り落ちる場合の速度は、岩塊の形状、法面勾配、斜面の固さ、凹凸の有無等により左右され、不確定要素が多く推定は非常に困難である。

今回はモルタル吹付頂部のがれ場附近から落石があるものとして、頂部からの鉛直落下の場合と、水平バンドした場合及び過去の路上落下時の痕跡を検討し最も大きいもので張出し長を定めた(図-1参照)。

衝突力の算定にはいろいろな実験式があるが下記の土木学会の理論式により求めた。落石の大きさは、径50cmとした。

$$P_{max} = 2.455 W \sin \frac{\theta}{2} = 24.2 (t)$$

3-2 設計概要

落石に対処するPC張出し部をもった防護工の断面は、図-2のとおりである。重カ又は半重カ式の擁壁を山腹斜面に貼り付けて造り、この擁壁から道路上にPC床版を張り出し道路を覆うものである。また地震及び落石時に水平力に対してPCアンカーで処理している。断面形状について、その屈曲部は曲線を挿入することにより圧迫感の軽減を図った。設計上の主要点は次のとおりである。

- (1) PC床版部は $\delta_{ck} = 400 \frac{kg}{cm^2}$ とし、PC鋼棒 $\phi 26mm$ を38cm間隔に配置した。(2) 床版PC材の緊張力は35tとした。(3) 施工継手として5m毎に目地を設置した。(4) 堆積土は1mを考えた。
- (5) PCアンカーは1アロフ2本とし、非常時(落石、地震時)のみに変位を拘束する考え設計引抜力の割の緊張力を与えた。本設計においては、安全率を $F = 2.0$ に設定し、付着強度を確保するため先端にネットを用いるなど配慮した。(6) 擁壁コンフリートは $\delta_{ck} = 210 \frac{kg}{cm^2}$ とし、背面には小段を設けた。

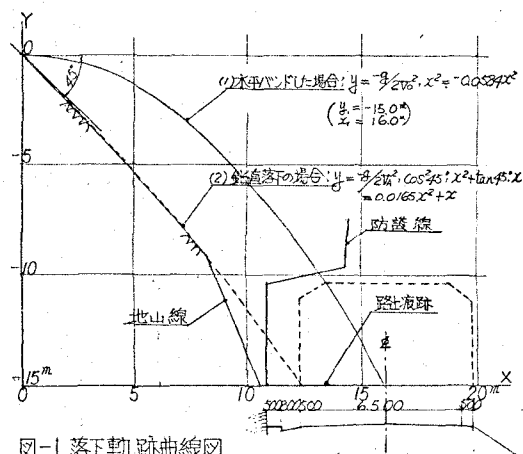


図-1 落下軌跡曲線図

3-3 安定解析

擁壁背面となる地山線の勾配が $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ に変化していることから断面も各々異なる。勾配毎に下記条件を組合せて検討した。

条件 $\left\{ \begin{array}{l} \text{落石} \\ \text{地震} \\ \text{地震と落石} \end{array} \right\}, \left\{ \begin{array}{l} \text{アンカーがない場合} \\ \text{水平アンカーのみの場合} \\ \text{水平と鉛直アンカー使用} \end{array} \right\}$

落石及び地震時について検討した結果、反力調整のため鉛直アンカーを必要としなかった。

4. 施工

4-1 施工

斜面の掘削はジヤイアント・ブレイカーを使用した。型枠は $H=3.0$ m以上について、移動支保工により型枠をセットし、コンクリートポンプにより打設した。配合区分の設定にあたっては、曲線部の施工性を考慮し定めた。アンカーの削孔はロータリー式パーカッションを用いて行った(能力 1 m/min)。グラウトは、パーカー加圧方式により $2 \sim 3 \text{ MPa}$ の圧力で施工した。またグラウトの設計強度は、 $\sigma_{ck}=25.0 \text{ MPa}$ とした。

4-2 耐力試験及び最終緊張力

モルタルの強度を確認された時点で耐力試験を行ったが、残留変位は 1 mm 以下と小さく、フリーテスト試験結果でも偏差が 300 MPa 程度であり設計耐力が 500 MPa とあるものと判断した。また最終緊張力は、非常時に急激な伸びが出ることを防ぐため、緊張力として $2/3$ を与えることとした。

5. 現況

本地区の斜面の一部は、道路改良時にモルタル吹付、開口式金網が施工されており、この金網は防護工頂部に保留し用いた。更に風化が激しく剥落の懸念される斜面には、谷所にかたりさうごの覆式金網を実施した。完成後1年間に於ける落石の現況は別表-1のとおりである。大きさは $50 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ ものものが最も大きい。開口式ネットを越えているものは現在はない。

6. まとめ

施工に当っては、一般交通に支障を与えないことなく無事完成し、落石による交通障害の心配は解消された。また国立公園内における構造物として環境と調和し、走行上の圧迫感を軽減するよう斬新なデザインとした。本型式と類似した落石防護工は、数例しかなく、今後設計、施工にあたっては、

- (1) 落石規模の推定と衝撃力の解析
- (2) サンドアクション効果
- (3) 地震と落石の時間遅れについて
- (4) アンカーの設計長と耐荷力

等、事項の検討が必要とされる。本型式の防護工は、対象荷重規模によっては経済的にも優れており、今後の防壁工の採択にあたっては検討されるべきものと考えられる。

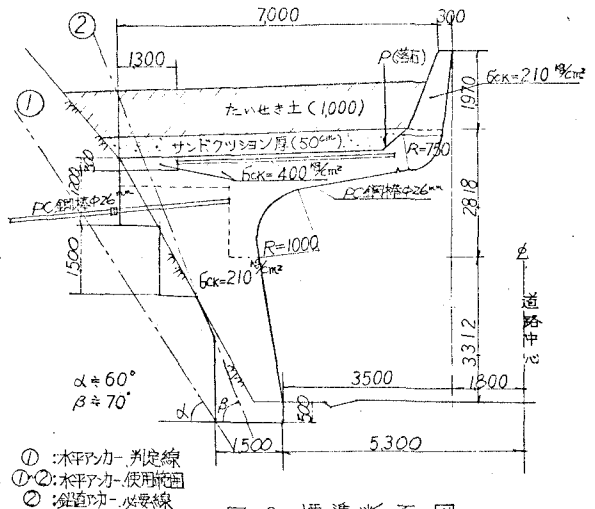


図-2 標準断面図

表-1 落石状況

項目 \ 岩塊径 (cm)	10~20	20~40	40~60	60~70
落下数	39	26	2	2
堆積位置	6.8~7.3			70~73