調査・研究

雪 と 火 薬

丸 山 久 一*

昭和23年仙鉄局会津線の線路分区長が「なだれ卸し」に「ダイナマイト」を使用した話を聞いた当時の施設部長（現国鉄本社建設局計画課長福田英雄氏）は早速そのアイデアを取り入れて雪害対策調査委員会の調査課題として取りあげ、保線課長（現国鉄関東支社調査役、小竹豊氏）に話して、火薬が雪に対してどの程度の効果があるか、調査することになり私もその実験に参加し、現在でも継続して携さわっている。

1. 火薬の選定

火薬について考へられるものは、ダイナマイト、カーリット、の二種類である。

ダイナマイトが比較的に高温（8°）でも凍結し少しの衝撃でも爆発する危険があるので、軟岩、硬土等に効果があり「即発性」の強いカーリットを採用した。

2. 火薬の装填方法、及び爆破方法

火薬の装填には火薬の携行、装填に便利なボール紙筒 $\phi=300\text{mm}$, $L=300\text{mm}$ のものを使い、カーリット、1本 56.25g のものを雪庇の大きさに応じて2～3本入れる。

爆破は数カ所を一時に行なう方が効果があるので電気雷管を使用して一斉に爆発せしめた。

図-1 火薬装置の略図

3. 雪質別と破壊孔

雪質別の破壊孔の直径は積雪の比重が小さいと直径は大きく比重が大であれば小さい。

4. 火薬量と破壊孔

実験の結果火薬量の少ない割合破壊孔は大きくなって

図-2 雪質別の爆破空洞
黒色カーリット10kg

図-3 雪質別の破壊孔の大きさ

図-4 火薬量と破壊孔

* 日本国有鉄道新潟支社施設部保線課

おり火薬量が多くなる割合に大きくなる。

5. 雪庇の爆破

雪庇成長部分に2 m間隔に深さに応じて1~3段に分けて装填する。

図—5 雪爆破計画図

R: 破壊半径 X: 装填間隔

図—6 雪庇の爆破方法

図—7 火薬挿入角度

火薬の挿入角度は30°とする。これは雪の崩れる角度は45°以上であるので完全に崩落させるためである(図—7)。

雪庇の発生状況により火薬使用量は異なる。雪庇の厚さが薄ければ少なく、厚ければ多量に使用しなければならない(図—8)。

図—8 雪庇の発生状況と火薬との挿入関係

人力による雪庇取り卸しと火薬による処理との経済比較は32年度は78%35年度は76.6%で共に火薬使用が有利であるので、雪庇取卸し作業に火薬を使用することは、安全で速くて経済的であることが解る。

6. 不安定な斜面積雪の火薬処理

不安定で崩落しそうな斜面積雪を爆破によって処理する方法は雪庇処理と全く同じ方法である。

図—9 斜面の不安定な積雪を処理した時の崩落断面図

崩落量が雪庇処理に比較して少ないのは斜面積雪の比重が大きく(0.3~0.35)見かけより安定しているからであって、このことは雪崩発生の診断にも役立った。

7. 爆破による残雪処理

春先になって線路沿線の斜面に残っている積雪を処理して列車の安全を期すると共に「なだれ警戒」の心労をなくするため斜面残雪を爆破によって処理する作業であ

る。その結果警戒日数を10日程度短縮できた。警戒日数10日の経費は19,720円で火薬処理経費は15,838円でその比は80%であるばかりでなく、期間を10日短縮できる得

図-11

点がある。火薬の取扱い方は雪庇爆破作業に準じて行なったものである。

8. 人工なだれ発生について

なだれの発生因子、なだれの種類、なだれの崩落速度、及びなだれの衝撃荷重について鉄道技術研究所と共同調査して来たがそのなだれ発生を担当した国鉄新潟支社は今までの経験によって次のような方法でなだれを発生せしめて実験の遂行に協力した。

実験 N-61-I-d

2月15日9時40分 天候 晴

なだれ影響範囲 こななだれ形式

速度 18m/sec

衝撃力 250m くい7.3ton/m²

雪質 新雪 0.08gr/cm³

図-12 装薬位置並びに爆薬使用量

図-13 なだれの速度及び影響範囲

実験 N-61-II-b

3月6日15時25分 天候 晴

概況

爆破と同時に底なだれが発生逐次発達して大量となり中心が外れたが試験さくに衝撃した。

爆破が時間的によく、なだれる好条件であつた。

なだれの速度及形式 15m/sec そこなだれ形式
衝撃力 さく

くい { 250m 16ton/m²
350m 5 //

発生地の雪質 ぬれざらめ雪 0.4gr/cm³

図-14 装薬位置並びに爆薬使用量

図-15 なだれの影響範囲

実験 N-61-Ⅲ-a

3月27日10時00分 天候 晴

概況

爆破と同時に約 500m^3 落下、底なだれとなり逐次
発達して試験さくの左右に衝撃した。

なだれの速度及び運動形式 15m/sec そこなだ
れ形式

衝撃力 さく 当らず

くい { 250m 30ton/m^2
 350m 当らず

発生地の雪質 ぬれざらめ 0.4gr/cm^3

図-16 装薬位置並びに爆薬使用量

図-17 なだれの速度及び影響範囲

図-18 装薬位置並びに爆薬使用量

図—19 なだれの度及び影響範囲

実験 N—61—Ⅲ—b

3月27日12時55分 天候 晴

概況

○破と同時に底なだれが発生し試験さくを完全に衝撃した。

なだれの速度 15m/sec

運動形式 そこなれだ形式

衝撃力 さく

S—5 = 640kg/m²— 373kg/m² で安定

S—4 = 1,227kg/m²— 773kg/m² で安定

S—3 = 1,600kg/m²—1,467kg/m² で安定

S—2 = 0

S—1 = 507kg で安定

くい 250m わかれて当らず

350m 12 ton/cm³

雪 質 ぬれざらめ 0.4gr/cm³

9. む す び

以上のように火薬使用による雪の処理について研究を続けてきたが今後は使用法の改善に特段の意を用い更に効果的な処理方法を見出したい。

—Abstract—

The Experiment of Break-down of Snow Cornice

by Gun-Powder Explosion

by

Kyuichi Maruyama

(Niigata Railway Operating Division)

One of the methods to prevent an avalanche is to break down snow cornice and unstable snow cover on a slope. We made an experiment to break down snow cornice and snow-cover by gun-powder.

The relation between snow structure, the amount of gun-powder and the size of destruction hole was obtained. A good result was also obtained on the method of effective explosion.