

## 現場発泡ウレタン軽量盛土によるロックシェットの施工

イノアック特材(株) 榎本 晃司  
 イノアック特材(株) 遠藤 大輔  
 イノアック特材(株) 三田部 均

### 1. はじめに

現場発泡ウレタン軽量盛土（以下 R-PUR）工法は、その軽量性と施工性を活かし、主に山岳地を中心として施工されている。今回、新潟県糸魚川市内国道8号線においてロックシェットの緩衝材として、施工性、軽量性、工期の短縮などの理由により採用され、平成21年2月に施工が行われた。その緩衝効果及び施工について報告するものである。

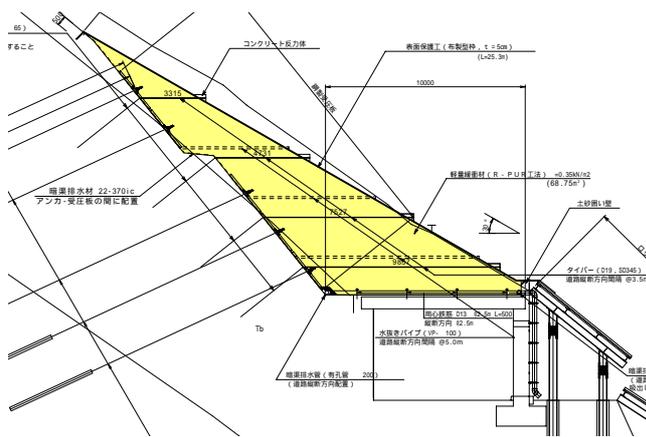


図-1 断面図



写真-1 施工完了状況

### 2. R-PUR の衝撃力算定

今回算定した衝撃力は既往の研究により発表<sup>1,2)</sup>されている算定式を元に、より実験結果と一致する算定式にて算定した。この算定式を下記に記す。ここに  $P_C$  は最大衝撃力、 $C_{max}$  は最大慣入量を表す。

$C_5 < C_{max} < C_{10+e}$  の場合

$$P_C = \sqrt{\frac{P_{10} - P_5}{0.05h + e} 2WH + P_5^2} \quad C_{max} = \frac{2WH}{P_C + P_5} + 0.05h$$

$C_{10+e} < C_{max} < C_{40+e}$

$$P_C = \sqrt{\frac{P_{40} - P_{10}}{0.30h} \{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e)\} + P_{10}^2} \quad C_{max} = \frac{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e)}{P_C + P_{10}} + 0.10h + e$$

$C_{40+e} < C_{max} < C_{60+e}$

$$P_C = \sqrt{\frac{P_{60} - P_{40}}{0.20h} \{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e) - (P_{40} + P_{10})0.30h\} + P_{40}^2} \\ C_{max} = \frac{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e) - (P_{10} + P_{40})0.30h}{P_C + P_{40}} + 0.40h + e$$

$C_{60+e} < C_{max} < C_{100}$

$$P_C = \sqrt{\frac{P_{100} - P_{60}}{0.40h - e} \{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e) - (P_{40} + P_{10})0.30h - (P_{60} + P_{40})0.20h + P_{60}^2\}} \\ C_{max} = \frac{2WH - (P_{10} + P_5)(0.05h + e) - (P_{10} + P_{40})0.30h - (P_{60} + P_{40})0.20h}{P_C + P_{60}} + 0.60h + e$$

ここに

- P5 : 5%ひづみ時の衝撃力  $P_5 = 5 \cdot A_1$
- P10 : 10%ひづみ時の衝撃力  $P_{10} = 10 \cdot A_2$
- P40 : 40%ひづみ時の衝撃力  $P_{40} = 40 \cdot A_2$
- P60 : 60%ひづみ時の衝撃力  $P_{60} = 60 \cdot A_2$
- P100:100%ひづみ時の衝撃力  $P_{100} = 80 \cdot A_2$

x は x%ひづみ時におけるウレタンの圧縮応力度  
 $A_1, A_2$  は衝撃力分散面積  
 W : 落石荷重, H : 落下高さ, e : 先端の平均突出量  
 を表している。図-3 に衝撃力-貫入量の関係を示す。

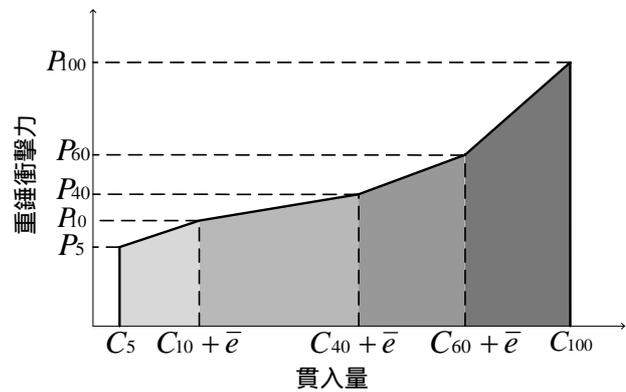


図-2 : ウレタンの一衝撃力 - 貫入量

### 3. 他の緩衝材との比較

ロックシェットの緩衝材として最も古くから一般的に使用されたものは砂である。砂を緩衝材として使用した場合の衝撃力算定は一般に落石対策便覧式  $P=2.108(mg)^{2/3} \cdot 25H^{3/5}$  にラメの定数  $=1000(kN/m^2)$  を入力し算出される。このときの衝撃力は約 1,177kN となり、ウレタンを緩衝材とした衝撃力に対し約 4 倍弱の衝撃力が発生する。さらに砂の場合は単位体積重量が大きく、下限厚さ 90cm であっても死荷重が大きくなり、桁に対する負担が大きくなる。

近年、使用事例が増加しているのは、砂の大きな死荷重を軽減する目的で開発された発泡スチロールブロック(以下 EPS)による緩衝材である。今回の現場も、もともと砂を 90cm 敷設した上に EPS を設置する計画であった。R-PUR 工法は現場発泡による施工法であり、現場形状に合わせて一体化する。砂+EPS を全てウレタンへ置き換えた場合、最大衝撃力は砂+EPS の約 13% 減となった。さらに、砂をなくすことで死荷重も大きく減少されるため、桁への負担は小さくできる。表-1 に各緩衝材の単位体積重量を示し、表-2 に衝撃力を示す。

表-1 各緩衝材の単位体積重量

項目	砂(kN/m3)	EPS(kN/m3)	R-PUR(kN/m3)
単位体積重量	19.0	0.15	0.35

表-2 各緩衝材の衝撃力

項目	砂	砂+EPS	R-PUR
衝撃力 kN	1177.5	353.6	308.5

### 4. 緩衝材の施工

R-PUR 工法の施工は 4t トラックに積載された専用発泡機にて A 液及び B 液の 2 液を現場において混合攪拌し発泡させて緩衝材を構築する。発泡倍率は約 30 倍で、本現場では約 4,000m<sup>3</sup> を 17 施工日にて施工した。現場での品質確保のため原料の試験結果確認に加え、施工日毎に現場での発泡体密度確認を行っている。さらに施工日毎にサンプルを採取し、密度、圧縮強度の試験を行い物性の確認を行っている。

また、R-PUR 工法はその発泡特性上、発泡時に熱を発生する。その発熱が既設 PC 桁へ及ぼす影響を確認する為熱伝対による温度確認を行った。さらに施工日毎に桁の状況(ひび割れの発生、拡大等)を目視にて変状を確認しながら施工を行ったが、特に変状は見られなかった。

### 5. まとめ

今回の施工では既設桁に対して R-PUR 工法の施工による発熱の影響が少ないことが確認された。主として山岳地に設置されるロックシェットの施工では、R-PUR 工法は軽量性、施工性により有効な工法の一つといえる。

#### 参考文献

- 1) 中村和弘, 三田部均, 天野俊, 大上俊之: 現場発泡ウレタンの重錘落下衝撃試験, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集 pp.611-612, 2003.3
- 2) 中村和弘, 三田部均, 天野俊, 大上俊之: 現場発泡ウレタンの重錘落下衝撃試験, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集 pp.513-514, 2004.3