

## VII-1 軽量盛土工法の環境負荷

ウレタン土木技術研究会 正会員 中村 和弘  
イノアック特材(株) ○ 正会員 三田部 均

### 1. はじめに

現場発泡ウレタン盛土（以下 R-PUR と呼ぶ）工法は軽量盛土工法の一つであり、軽量盛土工法として最も一般的な発泡スチロール（以下 EPS と呼ぶ）工法と同様、高分子樹脂を主としてその超軽量性を利用した施工が行われている。本報告書では道路拡幅工事における R-PUR 工法の環境面に及ぼす影響を工種別に比較したものである。

### 2. 評価範囲及び原単位

LCA は構造物建設時から維持、修繕を含めた廃棄段階までのライフサイクルを視野に入れた環境負荷評価の一手法であるが、今回は構造物建設時における環境負荷評価として CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 各排出量のインベントリ分析のみを行った。本報告書で使用した原単位は、一般的に採用されることが多い産業連関表を用いて算出された原単位とし、独立行政法人国立環境研究所地球環境センターより発行されたデータブック<sup>1)</sup>による原単位を採用した。この原単位は金額ベースの原単位であり、これに現時点における単価より単位体積当たりの環境負荷原単位を算出する。主資材である R-PUR は CO<sub>2</sub> 排出量が EPS より少ないことが報告されている<sup>2)</sup>が、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> ついても同様の結果を得た。算出した環境負荷原単位を表-1、表-2 に示す。

表-1 環境負荷原単位(金額ベース)

|                               | R-PUR  | EPS    |
|-------------------------------|--------|--------|
| CO <sub>2</sub> 排出原単位(t-C/MY) | 2.4147 | 3.4159 |
| NO <sub>x</sub> 排出原単位 (kg/MY) | 11.289 | 15.134 |
| SO <sub>x</sub> 排出原単位 (kg/MY) | 8.813  | 12.496 |

\*MY=million yen:100 万円

表-2 環境負荷原単位

|                                           | R-PUR  | EPS    |
|-------------------------------------------|--------|--------|
| CO <sub>2</sub> 排出量 (t-C/m <sup>3</sup> ) | 0.0522 | 0.0581 |
| NO <sub>x</sub> 排出量 (kg/m <sup>3</sup> )  | 0.243  | 0.256  |
| SO <sub>x</sub> 排出量 (kg/m <sup>3</sup> )  | 0.190  | 0.212  |

### 3. 主要工種における環境負荷の比較

今回調査の対象とした工事は道路拡幅工事であり、その主な工種は①土工事、②舗装工事、③コンクリート工事、④壁面工事（支柱含）、⑤アンカー工事、⑥R-PUR 工事の六工種で、断面図を図-1 に示す。又、主な資材の環境負荷を表-3 に示し、断面図より算出された工種ごとの 10m 当たり環境負荷を表-4 に示す。

算出された CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 各工種別排出量のうち土工、舗装工、壁面工、アンカー工の構成比はほぼ同等である。しかしコンクリート工及び R-PUR 工における構成比は大きく異なっている。コンクリート工及び R-PUR 工をあわせた CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 各排出量の割合は、それぞれ 70%強であるが、その構成比率は異なっている。

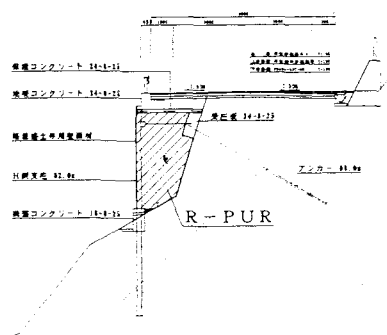


図-1 断面図

表-3 単位当たり環境負荷

| 工種      | 単位             | CO <sub>2</sub> (t-C)  | NO <sub>x</sub> (kg)   | SO <sub>x</sub> (kg)   |
|---------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 掘削      | m <sup>3</sup> | 4.059×10 <sup>-4</sup> | 6.525×10 <sup>-4</sup> | 6.268×10 <sup>-4</sup> |
| 盛土      | m <sup>3</sup> | 5.572×10 <sup>-4</sup> | 7.149×10 <sup>-4</sup> | 7.048×10 <sup>-4</sup> |
| 路盤材     | m <sup>3</sup> | 5.645×10 <sup>-3</sup> | 3.896×10 <sup>-2</sup> | 4.127×10 <sup>-2</sup> |
| コンクリート工 | m <sup>3</sup> | 1.756×10 <sup>-1</sup> | 1.402×10 <sup>0</sup>  | 2.040×10 <sup>-1</sup> |
| R-PUR   | m <sup>3</sup> | 5.281×10 <sup>-2</sup> | 2.437×10 <sup>-1</sup> | 1.905×10 <sup>-1</sup> |
| 鋼材      | t              | 5.504×10 <sup>-1</sup> | 3.141×10 <sup>-1</sup> | 1.718×10 <sup>-1</sup> |

\*掘削・盛土は施工のみ

表-4 R-PUR 工法の環境負荷内訳

\*表中の割合は(%)

| 工種      | 単位             | 数量    | CO <sub>2</sub> 排出量(t-C) <sup>2)</sup> | 割合    | NO <sub>x</sub> 排出量(kg) | 割合    | SO <sub>x</sub> 排出量(kg) | 割合    |
|---------|----------------|-------|----------------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 土 工     | m <sup>3</sup> | 4.79  | 1.243×10 <sup>-2</sup>                 | 0.12  | 3.126×10 <sup>-3</sup>  | 0.03  | 2.110×10 <sup>-2</sup>  | 0.08  |
| 舗装工     | m <sup>2</sup> | 80.00 | 1.698×10 <sup>-1</sup>                 | 1.58  | 1.270×10 <sup>0</sup>   | 1.95  | 1.148×10 <sup>0</sup>   | 4.16  |
| コンクリート工 | m <sup>3</sup> | 20.01 | 3.925×10 <sup>0</sup>                  | 36.45 | 2.840×10 <sup>1</sup>   | 43.48 | 4.268×10 <sup>0</sup>   | 15.45 |
| 壁面工     | m <sup>2</sup> | 45.00 | 2.089×10 <sup>0</sup>                  | 19.40 | 1.425×10 <sup>1</sup>   | 22.23 | 5.860×10 <sup>0</sup>   | 21.21 |
| アンカ工    | m              | 8.75  | 9.370×10 <sup>-2</sup>                 | 0.86  | 4.320×10 <sup>-1</sup>  | 0.66  | 1.753×10 <sup>-1</sup>  | 0.63  |
| R-PUR 工 | m <sup>3</sup> | 84.80 | 4.479×10 <sup>0</sup>                  | 41.59 | 2.067×10 <sup>1</sup>   | 31.65 | 1.616×10 <sup>1</sup>   | 58.47 |
| 合 計     |                |       | 1.077×10 <sup>1</sup>                  |       | 6.531×10 <sup>1</sup>   |       | 2.763×10 <sup>1</sup>   |       |

CO<sub>2</sub> 排出量は温室効果ガス, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> は大気汚染物質, 酸性化影響物質として環境への影響を与えている。軽量盛土工法に関する CO<sub>2</sub> 排出量については既に報告例 <sup>2),3)</sup>があるため, ここでは NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 各排出量についての考察を行う。大気汚染物質の重み付け係数は SO<sub>x(2)</sub>: 1, NO<sub>x(2)</sub>: 1.39, 酸性化影響物質の重み付け係数は SO<sub>x(2)</sub>: 1, NO<sub>x(2)</sub>: 0.7 としている。これを考慮して算出した各環境影響物質排出量を表-5 に示す。

算出された大気汚染物質及び酸性化影響物質を見ると, 両者とも CO<sub>2</sub> 排出量内訳にかなり近い構成比となっていることが分かる。R-PUR 工とコンクリート工を比較すると, R-PUR 工の大気汚染物質はコンクリート工に対し約 103%, 酸性化影響物質がコンクリート工に対し約 127%であり, 数量は R-PUR 工がコンクリート工の約 4.2 倍となっている。このことは R-PUR 工が同体積のコンクリート工に比べ, 大気汚染物質は約 1/4 程度, 酸性化影響物質は約 1/3 程度しか排出しないことを示している。

表-5 大気汚染物質及び酸性化影響物質排出量

| 工種      | 大気汚染物質                 | 割合    | 酸性化影響物質                | 割合    |
|---------|------------------------|-------|------------------------|-------|
| 土 工     | 2.544×10 <sup>-2</sup> | 0.02  | 2.329×10 <sup>-2</sup> | 0.03  |
| 舗装工     | 2.913×10 <sup>0</sup>  | 2.47  | 2.037×10 <sup>0</sup>  | 2.78  |
| コンクリート工 | 4.376×10 <sup>1</sup>  | 37.18 | 2.417×10 <sup>1</sup>  | 33.03 |
| 壁面工     | 2.541×10 <sup>1</sup>  | 21.59 | 1.584×10 <sup>1</sup>  | 21.65 |
| アンカ工    | 7.425×10 <sup>-1</sup> | 0.63  | 4.598×10 <sup>-1</sup> | 0.63  |
| R-PUR 工 | 4.489×10 <sup>1</sup>  | 38.11 | 3.063×10 <sup>1</sup>  | 41.86 |
| 合 計     | 1.177×10 <sup>2</sup>  |       | 7.317×10 <sup>1</sup>  |       |

#### 4. まとめ

今回, 山岳地の道路拡幅工事における R-PUR 工法の環境影響物質排出量内訳の算出を行った。既往の研究 <sup>4)</sup>によれば超軽量地盤材料による軽量盛土工法は, 道路拡幅工事において他工法に比べ CO<sub>2</sub> 排出量は少ないことが報告されているが, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 各排出量の構成比が CO<sub>2</sub> 排出量の構成比に近似していることは, 軽量盛土工法がコンクリート工に比べその環境影響物質排出量が小さいことと同様に他工法に比べ環境影響物質排出量が少ないことが推定される。また軽量盛土の主要資材である R-PUR が約 4 割の排出量を占めていることは軽量盛土工法の施工において, 掘削等を行いその軽量盛土体を増加させることは, 環境影響物質排出量の増加させることを意味している。このため, 軽量盛土工法において掘削を可能な限り少なくし, 排出量の多いコンクリート工の数量を増加させない範囲で軽量盛土体断面積を小さくすることが環境負荷の抑制には一層効果的である。以上より道路拡幅工事において他工法に比べ環境影響物質の排出量が少ない軽量盛土工法は, 環境面を考慮した工法選定において重要な位置を占めると考えられる。さらに今回, 温室効果ガス, 大気汚染物質, 酸性化影響物質を個別に比較したが, それらを総合的に判断する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 南齋 規介, 森口 祐一, 東野 達: 産業連関表による環境負荷原単位データブック, 独立行政法人国立環境研究所地球環境センター, 2002.3
- 2) 多賀谷 宏三, 中村 和弘, 三田部 均: 軽量盛土工法の CO<sub>2</sub> 排出量, 平成 15 年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要, 2003.4
- 3) 多賀谷 宏三, 中村 和弘, 三田部 均: 軽量盛土工法の CO<sub>2</sub> 排出量内訳, 平成 15 年度土木学会四国支部技術研究発表会講演概要, 2003.4
- 4) 松本 潤, 多賀谷 宏三: LCA による道路工事の環境影響評価, 第 7 回高知県地盤工学会研究発表会講演要旨集, 2000.11