

まえがき

最近わが国では、「発泡スチロール」の土木的な利用開発が脚光を浴びている。

従来土木分野は、重くて堅剛な材料の使用を常識としてきたが、土木工事の中には対比的に「軽い」材料が望まれる場合も少なくない。発泡スチロールは、土やコンクリートの約 1/100 の超軽量材料で、従来の土木材料の観念を破るいくつかの特性をもっている。

発泡スチロールの土木分野での本格的な利用工法は、軟弱地盤対策に端を発した「軽量盛土工法 (Lightweight Fill Method)」であって、北欧を起点として発展してきた。寒冷地のために断熱材が身近なものであったことやピート地盤が広く分布していることなどが、発泡スチロールを盛土本体に使用する先駆者になったものと思われる。その技術はやがて周辺諸国への広がりを見せ、同時に材料の用途分野も多角化しつつ現在に至っている。表題の「発泡スチロール土木工法 (Expanded Polystyrol Construction Method)」とは、上記盛土工法を主体とするもの、この材料を使用した他のあらゆる土木工法を包含した名称である。

1. 発泡スチロール——その材料と製法——

発泡スチロール (Expanded Polystyrene—略称 EPS) はエチレン系の石油化学製品に属する。わが国での発泡スチロールの年間生産量は約 1000 万 m^3 で、「体積としては」鉄の年間生産量と近い。その用途分野は、魚箱・梱包材・成型品が主力で、ついで建築を主体とする断熱材があり、目下のところ断熱材以外の土木的利用は零に等しい。「欧はスチロールを土に埋め、日はテレビをスチロールに埋める」との言葉のように、その用途分野比率は欧米と極端に異なっているのが現状である。

発泡スチロールには 2 種類の製品があり製造法が異なる。(イ) 型内発泡法では、まず発泡材入りのポリスチレン微粒子に蒸気を加えることによって、直径 3~10 mm 程度の丸くて白くて軽い一次発泡粒を造る。これにはバッチ方式とコンティニューアス方式とがある。ついでこれを鉄製型枠に詰めて加熱再発泡すると成型品あるいは大型ブロックができあがる。市場で魚箱としてみかけるものである。一方、(ロ) 押出发泡法では、ポリスチレンと添加剤の加熱混合物を発泡させながら押出機で送

発泡スチロール 土木工法

福住 隆二

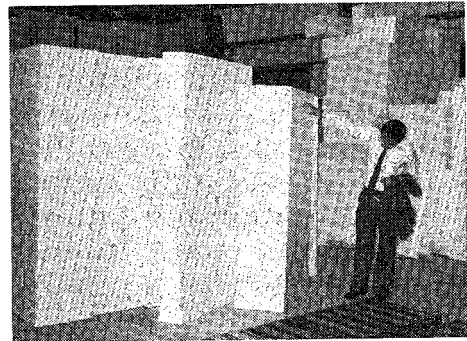
資料

り出して冷却する方法をとる。市場で断熱材としてみかけるものである。EPS とは両者の総称であるが、その区別のために (イ) を狭義の EPS, (ロ) を XPS (Extruded Polystyrene) とよぶことがある。

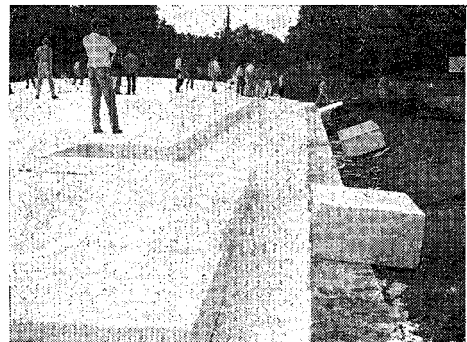
(イ) EPS はブロックとして生産する場合、たとえば 2.4×1.2×0.6 m 程度の直方体 (写真一) となるが、これを切り刻んだのち末端使用しているために大型ブロックのまま市場でみる機会は少ない。大型ブロック生産可能工場は、全国に大小 400 程度点在する工場の中の 1 割程度である。EPS の密度は

発泡倍率によって可変であり、一般には 10~30 kg/m^3 の範囲のものが主体である。一方 (ロ) XPS は生産設備が前記より高度であり工場が限定される。それだけに品質的にいくつかの優れた特性をもつが、密度の低減ならびに厚さの増大に限界がある。

両者はよきライバルであると同時に複合的な相乗効果の期待される材料である。それぞれの一般的性質を表一に示す。



写真一 発泡スチロール大型ブロック



写真二 発泡スチロール盛土工 (ノールウェイ・1985.6)

表-1 発泡スチロールの一般的性質

性質	試験方法	単位	製造法				
			型内発泡法		押出法		
力学的性質	見掛け密度	JIS A 9511	g/cm ³	0.025	0.020	0.016	0.029
	圧縮強度	ASTM-D1621 (歪5%)	kgf/cm ²	1.6	1.1	0.9	3.0
	復元率	10% 歪 20 回	%	97	97	98	93
	曲げ強さ	JIS A 9511	kgf/cm ²	4.6	3.5	3.0	4.3
	引張り強さ	JIS K 6767	kgf/cm ²	5.3	4.5	3.6	5.0
熱的性質	熱伝導率	JIS A 1412	kcal/mh°C	0.028	0.030	0.034	0.029
	耐熱温度	BS 3837	°C	80	80	80	75
	線膨脹係数	ASTM-D 696	×10 ⁻³ /°C	5~7	5~7	5~7	5~7
耐性	吸水率	JIS A 9511	g/100 cm ²	0.14	0.16	0.18	0.69
	水蒸気透過率	ASTM-E 96-53 T	g/m ² h	0.8	1.0	1.2	0.6
燃焼性	JIS A 9511		合格	合格	合格	合格	

2. 軽量盛土工法——その特性と普及状況——

軽量盛土工法開発の原点はノールウェイ国立道路研究所 (NRRL) である。同所は発泡スチロールの第1の特性すなわちその「軽量性」に着目し、軟弱地盤上の盛土本体に使用して沈下しない道路工法を完成した。強度・含水比・支持力・沈下・変形・分解など過去の研究と実施例の積み重ねによって、すでに設計法・施工法・管理法に関して一応の技術的確立をみている。使用材料としては50倍発泡ブロック(20 kg/m³)を標準とし、積み重ねたブロックの最上面には10~12 cm 厚の貧配合鉄網コンクリートを打設し、その上に舗装構造を設けている(写真-2)。特にこの材料を橋梁取付け部裏込めに適用すると、橋梁と盛土区間との段差の発生防止に役立つばかりでなく、積み重ねたブロックがそれに接する橋台コンクリート壁に「土圧を与えない」という第2の特性が付加されて効果的な用途となっている。さらに発泡スチロールの重要な第3の特性として、積み重ねたブロック側面の「自立性」が挙げられる。その直立側面は簡易な被覆処理を施すのみで壁体として成立し、従来の土留擁壁構造に1つの変革をもたらすこととなる(写真-3)。

以上の適用法に関してノールウェイでは現在までに100 例近い施工実績がある。その具体例の説明は文献

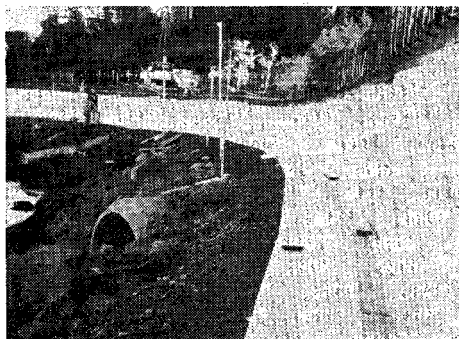


写真-3 発泡スチロール道路拡幅工の端部
(ノールウェイ・1985.11)

1), 2) にゆずるが、実績の推移をみると適用の多角化とともに年次的にシビヤな土木構造物への応用へとチャレンジしてきたことがわかる。また、スウェーデン・オランダ・フランスなどへの技術移転も進み、最近では軟弱地盤工法の範囲を越えて、新しい壁体工法としての研究開発も盛んとなってきている。

カナダの現状³⁾ について簡単に触れる。バンクーバーでは工法普及が急であり最近になって軟弱地盤橋梁取付け道路への利用実績を7例積んでいる。

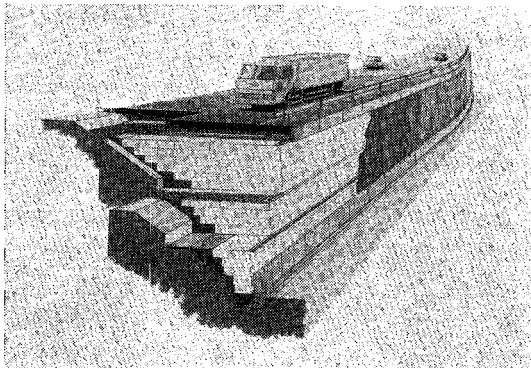
その中の最大工事の規模は11 000 m³ (材料使用量)で、取付け部の盛土高さは10 m (舗装・土砂層込み)である。ケベック州でもすでに立体交差3例(各2 000 m³程度)を実施しており、他の各州にも波及しつつある。また現在開催中の交通博覧会では、仮設的ではあるが、マクドナルドの水上大レストランの浮体基礎として発泡スチロールを全面使用しており、土木材料としての博覧会以後の普及拡大が予想されている。

3. 発泡スチロール土工法

——その課題と将来性——

さて、発泡スチロールの土木的利用に関し、わが国での経緯を概観すると、過去各地でいくつかの試みがなされてきている。たとえば、(イ)カルバート上床版の上に発泡スチロール層を設け、そのクリープに期待して上載土砂の鉛直土圧低減をはかった例⁴⁾、(ロ)変形を起こした擁壁対策のため、その裏込め土を発泡スチロールに置き変えて水平土圧低減をはかった例⁵⁾、(ハ)トレンチに発泡スチロール版を挿入して地盤振動の伝播をカットする試み、(ニ)農道や仮設道路など軟弱地盤上に発泡スチロール版を布設した例、などを散見する。しかし過去の事例は、ある場合は発泡スチロールの特殊な適用法であったり、ある場合は関係者のアイデアと開発努力に負うものの普及の進んでいない感があって残念である。ただ最近、札幌市の立体交差取付け道路に発泡スチロール(XPS, 約500 m³)が使われており、前記の国際的すう勢に対応した初実施例として注目される⁶⁾。

国際的技術は一般盛土本体から構造物裏込めや壁体工法へと進み、あるいは立体交差から道路・宅地拡幅や斜面災害復旧へと適用性を拡張しているが、わが国の対応としてはまず第1に北欧が過去蓄積した技術ノーハウを謙虚に受け入れ、第2にそれを原点から洗い直し国情に沿った日本の技術として、構築していく手順が重要である。そのためには、(イ)いくつかの日本的課題、その



図一1 発泡スチロール道路拡幅施工模式図

代表例として積み上げたブロック集合体を土木構造物として認知し得るか否かの決め手となる耐震問題の先行的解決、(ロ)失敗例を生みがちでない思いつきの・野放しの実施を避け、将来の大型土木材料・工法としての学・官・民の基礎から応用に至る協力的開発展開、が必要と思われる。

現在わが国の民間企業では、すでに軽量盛土工法を拡張する考え方が吟味され、利用法に関する技術開発が一步進められている。その1つの方向として、発泡スチロール生産過程の材料や廃棄物の土工事への適用がある。たとえば、(イ)発泡スチロールブロックの現場生

産システム(給水・蒸気施設が課題)、(ロ)一次発泡粒の締め固め施工方式(固結時間短縮が課題)、(ハ)浮体工法や大型基礎工法への適用(軽量材固定が課題)、(ニ)廃発泡材の再利用(回収・流通システムが課題)、などのテーマがある。いま、アスファルトが土木材料として出現した創生期を振り返ってみると、発泡スチロールの現在がそれに似ており、今後の内外の動向によっては、これが土木の主要材料の1つに加わる時代を迎える可能性はあり得る。

参考文献

- 1) NRRL : Plastic Foam in Road Embankment, EPS 国際会議プロシーディングス, 1985.6.
- 2) 三木五三郎 : 発泡スチロールを使う新しい工法, 基礎工, 1986.1.
- 3) BASF Canada Inc. : Styropor Technical Bulletin, 1985.6.
- 4) 佐藤・岩崎 : 高盛土下の剛性カルバートに作用する鉛直土圧の軽減方法について, 土と基礎, 1981.12.
- 5) 三笠正人 : 河内長野加賀田擁壁補強工事意見書, 梶山建築設計事務所報告書, 1982.12.
- 6) 佐野・佐藤・能登 : 泥炭地盤における Light Fill 施工例, 泥炭に関する研究討論会, 土質工学会北海道支部, 1986.2.

筆者・Ryuji FUKUZUMI, 発泡スチロール土工法開発機構事務局長, (株)建設企画コンサルタント取締役社長
(〒550/大阪市西区鞠本町 3-5-25)

●新刊・近刊コンクリートライブラリー●

56 人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル

定価 2 200 円 会員特価 2 000 円 (〒 300)

57 コンクリートのポンプ施工指針 (案)

定価 4 200 円 会員特価 3 700 円 (〒 350)

58 エポキシ樹脂塗装 鉄筋を用いる 鉄筋コンクリートの設計施工指針 (案)

定価 4 000 円 会員特価 3 500 円 (〒 350) 一部カラー

59 連続ミキサによる 現場練りコンクリート施工指針 (案)

定価 2 200 円 会員特価 2 000 円 (〒 300)

【近刊】

60 アンダーソン工法——設計・施工の研究

昭和 61 年 8 月上旬刊行予定