

# サンドイッチ式軽量垂直盛土工法とEPSホールイン・ブロック

佐藤 全良

技術士（農業部門）

## 1. はじめに

発泡スチロールを用いたEPS（Expanded Polystyrol）工法は十数年前に黒瀬，三木らによってわが国に導入されて以来，多くの実績を残している。しかし，一方で高価である，軽量すぎる場合があるなどの問題が指摘されている。

ここで紹介するサンドイッチ式軽量垂直盛土工法は現地で発生する建設残土と発泡スチロールをサンドイッチ状に用い，自重を比較的自由にコントロールして垂直盛土を築造する工法として開発された。

EPS工法と同様に地滑り地域や山腹，傾斜地および軟弱地盤地において有効であるだけでなく，建設残土の発生がなく，材料費を半分程度に抑えることが可能である。

当製品を開発し，販売に至るまでの経緯を述べると，筆者は平成元年，大分県庁定年退職後，技術士事務所を開設。建設コンサルタント業を始めるとともに，外国に負けない新しい時代に合う製品は異業種交流によってでないかと容易に生み出しにくいという意識から，幸いに社長のみが参集する融合化事業制度があることを知った。4企業の協力を得て，かねてより考えていた重いのも安定だが，また軽いのも安定だという考えでこの工法の開発から販売まで行える軽量ブロック開発協同組合，そして(株)アース・ストーンを設立した。発想から30年，研究開発から7年，産，官，学の協力を得てようやく平成10年公共事業3件，高さ12mに及ぶ擁壁も完成し，平成10年九州地方建設局の新技术パイロット事業としての評価を受け，さらに融合化促進財団の平成10年度の融合化フェアでは優秀製品賞として中小企業庁長官賞の評価を受けている。

## 2. 基本となる概念

本工法では，現地で発生する土を30cm厚さに転圧しながら，その間に厚さ20cmの孔あきの発泡スチロール版をサンドイッチ状に挟み込んで垂直盛土を築造する。

現地で発生する材料土（床掘土や建設残土）は，必ずしも良質な砂質土ではなく，むしろ粘性土や火山灰質土の場合が多い。土の抜け出しに対しては，土と発泡スチロールの摩擦力および発泡スチロールの上下に通じる孔に充填した土によって抵抗させ，円弧滑りに対しては，土の内部摩擦抵抗と発泡スチロールの剪断抵抗の総和で抵抗させる。さらに本体断面の背後の土圧や水圧等に充分抵抗できる断面形状をトップヘビーとすることにより，転倒倒壊に対する安定性を確保し，床掘量を減じさせる。

この工法の基本となる考え方は，日本に古くから伝わる古墳や溜池の版築技術，土俵（土嚢）技術，城壁や石垣の石工技術およびノルウェーから導入されたEPS工法を融合して着想した。すなわち，石垣を崩壊させないためには背面からの圧力に対して石垣自体の重さで抵抗する（全体安定）とともに，今一つ重要なことは，個々の石が抜け出さないようにすることである（部分安定）。このために，控え長さとかみ合う石の摩擦力の総和で抜け出さないようにし，城の高い石垣等では，一定の間隔ごとに控え長さの長い大きな石材を用いていることである。また，軟弱な粘性土を垂直に近い状態で積むためには，砂質土と互層状態にした土を包み込み，拘束することが有効で，版築や土俵（土嚢）に見られる技術である。版築工法では，粘土と砂質土を互層状にすることで，排水と剪断抵抗力を向上させ，土俵は袋の引っ張り強さと土の拘束によって，全体の抵抗力と安定性を増大させている。この場合，砂質土層や袋のように柔軟性に富んだ材料を用いることが重要である。このような中から，EPS版の利用が発想された。すなわち，現地で発生する土とともに，EPSを版築の砂質土層や土俵の袋のように利用するために，土を詰める孔を持った版状のEPSを互層に用い，盛土の自立性と柔軟性を確保するものである。また，本工法の最大の利点は，EPS版の厚み（割合）を任意に設定することにより，盛土の自重を相当な範囲で自由に選択できることである。

### 3. 標準断面と構造構成

本工法の標準断面を図1に、また、発泡スチロールブロックの平面図を図2に示す。サンドイッチ式軽量垂直盛土の本体は、天端保護コンクリート版（ア）、有孔発泡スチロール版（イ）、サンドイッチの土砂（ウ）、表面の保護壁（エ）、基礎床版（オ）および背面並びに基礎排水工（カ）が基本構造を構成する。尚、高ささが7mを越す場合は原則的に2段とする。

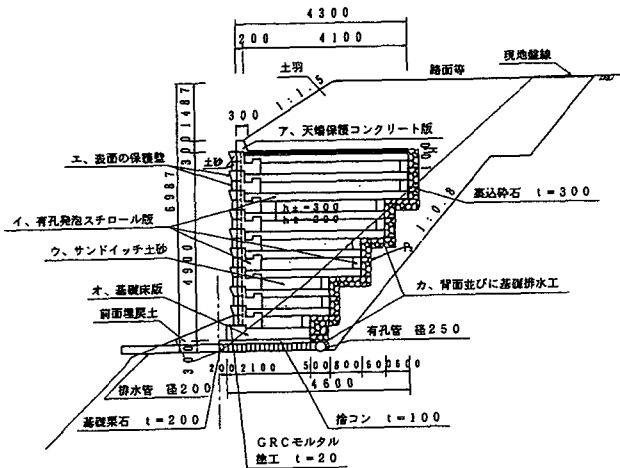


図1 本工法の標準断面図

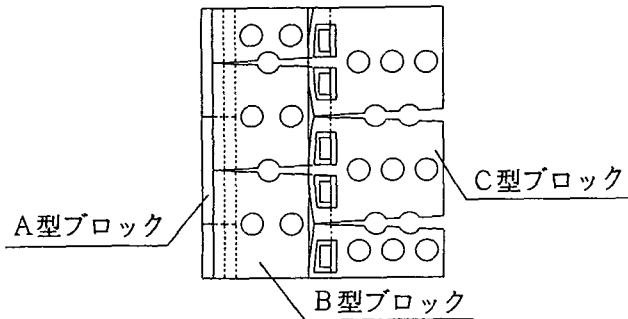


図2 EPSブロックの平面形状と組立図

各構成要素の内容と役割は次の通りである。

- ア：天端保護コンクリート版：交通等の上載荷重を分散させるとともに、雨水や化学溶液等EPSに有害な物質の浸透を防止するために設けるφ13mmの鉄筋を配したコンクリート版である。通常は、この天端コンクリート版の上に緩衝保護のために約30cmの盛土と舗装工が加わる。
- イ：有孔発泡スチロール版（ホールイン・ブロック）：A型ブロック、B型ブロックおよびC型ブロックを基本とし、工場生産されたものを現場で版状に組み立てる。各ブロックは凹凸のかみ合わせ部を持ち、簡単に施工できる。
- ウ：サンドイッチの土砂：粘土性、火山灰質土および

砂質土を問わない。含水比が高く圧縮、圧密が予想される場合にはセメントや石灰による安定処理を併用する。

エ：表面の保護壁（エッジブロック、桁と版で組み合わせる）：軽量ファイバーモルタル製の特殊ブロックをA型ブロックのほぞにかみ合わせて施工する。内部に土砂を詰めることにより発泡スチロールの耐熱、耐火性を確保する。

オ：基礎床版：発泡スチロール版を用いる。

カ：背面並びに基礎排水工：盛土の背面にはドレーン・フィルターを兼ねたジオテキスタイル等を用い、また、基礎部には栗石と有孔土管等による排水工を確実に施工する。

### 4. 当工法の特長

当工法を行うことによって、今日本が求めている次のことが大幅に解決できる。

#### (1) コスト縮減および軟弱地盤対策

この工法は本体比重が1.1である。ちなみに、コンクリートが2.3、補強土1.9の約1/2である。高さの高



写真1 B-Cブロックの連結

(ホールに土を詰めさらに30cmの土をのせ転圧する、この操作を繰り返す)



写真2 エッジブロックと土の充填状況

い擁壁で軟弱地盤で基礎処理を必要とする所でも、当工法は軽量なため基礎処理費用が少なく、工事費は10～40%縮減できる。

(2) 高齢者対策

軽いので高齢者や婦女子の働きやすい場作りが行える。

(3) 建設残土や発泡スチロールやポリスチロール廃材の膨大なリサイクル利用が行われ、環境の保全が行える。(純白である必要はないので年間約15万トンの発泡スチロールの廃材利用が見込める。)

(4) 工期の短縮

コンクリートや型枠を使用しないので、軽量で工事がやり易く工期が著しく短縮できる。

(5) 山間僻地でも施工が容易

重機械の必要が少なく、運搬道路を必要としなくなる。

5. 施工実績

本格的な販売は平成10年6月からである。

平成5、6年に高さ2.50mで長さ10mと20mの試験盛土を実施した。平成7年に大分県東国東において高さ2.90mで長さ60mの工事が道路盛土として施工されている。平成8年に大分市で高さ6mで長さ5mの試験盛土を実施した。そして平成10年に製造設備を熊本県に設置し、ホールイン・ブロックの本格的な製造を6月に着手し、下記の工事を完成している。

- 大分県ふるさと農道（長さ98m, 高さ12m）
- 大分県安心院深見地区道路盛土工事（長さ26m, 高さ7m）
- 日田上津江道路拡幅工事（長さ150m, 高さ2.5m）などを施工完了している。

本工法の特徴は、非常に沈下率が少ないことである。補強土工法の1/10程度でないかと考えている。

6. 結び

当製品の発想の動機は、初めは日本国中どこにも土がある。土で石が作れば運搬経費が少なくすむということから始まり、やがては重いことが必ずしも安定かということを考えるようになった。このことを解く

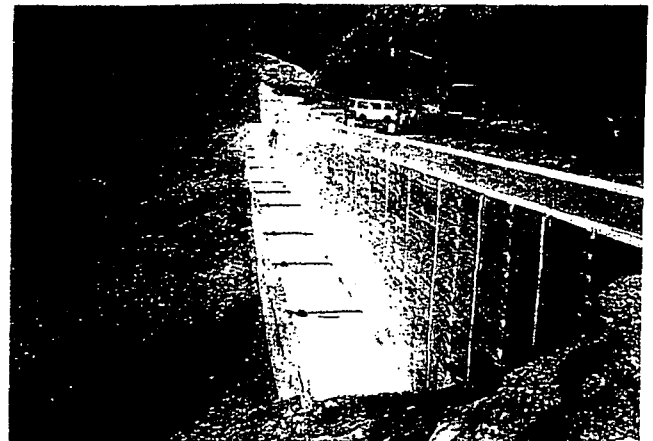


写真3 施工中写真

表1 サンドイッチ式軽量垂直盛土工法の特長

項目	摘要
環境を考えた工法	壁面に植生が出来、建設残土を出さない。
発泡スチロール廃材のリサイクル	発泡スチロール廃材の大量リサイクルが可能。
作業が容易	軽い材料を組み立てる施工方式で、作業しやすく、工期短縮可能。
軟弱地盤や傾斜地に適する	地盤の状況に応じ、盛土の自重を軽くするようにコントロール出来るので、軟弱地盤に極めて適し、築堤高も低くてすむ。
盛土道路の幅員拡充に極めて適する	床掘土が極めて少なくすむ。
床掘量の大幅な低減	トップヘビーの形をしているので、底幅が少ないので床掘土は大幅に少なくなる。
敷地幅が少なくすむ	垂直であるため、敷地の有効利用と工事用地の軽減につながる。
経年後の沈下量が極めて少ない	補強土工法の約1/10。
大幅なコスト縮減	従来工法より10～40%コスト縮減出来る。
本体比重の自由なコントロール	土と発泡スチロールの厚さの配分で比重が決まり、自由な比重のコントロールが出来る。

ためには、日本古来からある伝統技術とそれと世界を含めての新しい技術のドッキングである。そして個々の技術だけの研究ではなく、異業種との交流、融合化した中での研究、そしてそれらの合同した企業を興すことによって今までにない製品、工法を生み出し易いと確信、協力を求めた。交流、融合化といっても大事なことは核が必要で、リーダーは8割は行くと姿勢が大事で、核のない融合化はなかなか本物を作りにくい。

パンとおかずのサンドイッチはパンの時代を変え、味の素は食品のコントロール時代を創った。ホールイン・ブロックは、土に挟み込むことで垂直盛土を可能にし、本体自重をコントロールする新しい建設盛土時代を創れればと思っている。環境共生の時代に資源の再活用と経済的波及効果大なるものがあれば嬉しいと思っている。

本稿を書くに当たって、佐賀大学低平地防災研究センター林重徳教授、太洋技術開発株式会社黒瀬正行会長に感謝の意を表したい。