

◆特集：土木研究所における新技術の開発とその活用・普及◆

特許の積極的な管理・運用－ハイグレードソイル工法－

小橋秀俊* 安馬芳樹** 菊地 稔*** 児玉法彰****

1. はじめに

2002年7月に決定された政府の「知的財産戦略大綱」においては、「～知的財産の創造、保護、活用により～持続的に発展する国家の実現」が重要な目標となっており、この「知的創造サイクルの実現」が強く謳われている。すなわち、新しく研究開発した技術や工法の普及においては、技術や工法に係る成果を特許等の知的財産権で保護した上で、実際の現場に適用し易いよう積極的に管理・運用していくことが重要である。特に、一つの技術・工法に多数の特許や権利者が在る場合には、そのライセンスを効率的に取得できる仕組みを用意しておくことが、当該技術・工法の普及において極めて重要である。

本報ではハイグレードソイル工法について、技術の概要や適用事例、適用性等について紹介するとともに、その普及を図るため特許権をどのように管理・運用しているか等について述べる。

2. ハイグレードソイル工法の概要

ハイグレードソイル工法は、平成4～8年度に建設省建設副産物総合技術開発プロジェクトの官民共同研究で開発されたものであり、工事間利用が難しい低品質土を改良し現場内利用することで、建設発生土のリサイクルに貢献する技術と位置づけられる。その具体的な工法は気泡混合土、発泡ビーズ混合軽量土、袋詰脱水処理、短繊維混合補強土の4技術で構成されている。

2.1 発泡ビーズ混合軽量土工法

発泡ビーズ混合軽量土工法は、写真-1に示すように土砂に超軽量の発泡ビーズ（粒子）を混合

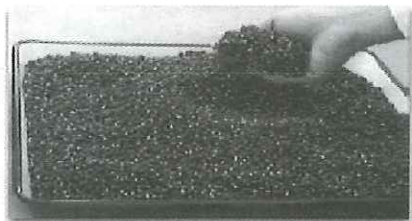


写真-1 発泡ビーズ混合軽量土

して軽量化を図る工法で、必要に応じて安定材を添加して強度付与も可能である。一般の土と同様の締固め方法がとれ、地盤に与える荷重を軽減することができる。また、土に近い変形追随性があり、改良材の添加により強度の調整が可能である。

2.2 気泡混合土工法

気泡混合土は、写真-2に示すように土と水とを混合し流動化したスラリーに固化材及び気泡を混合し、強度の付与と軽量化を図った工法である。通常の土より軽量であるため（密度0.6～1.2t/m³で任意に設定可能）、地盤などに与える荷重を軽減できること、流動性が高くポンプ圧送で狭い空間に流し込めること、自硬性があるため締固めが不要などの長所がある。

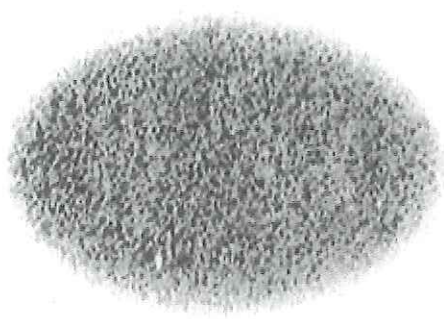


写真-2 気泡混合土

2.3 袋詰脱水処理工法

袋詰脱水処理は、写真-3に示すように透水性の袋（ジオテキスタイル製）に泥土や高含水比の土を詰めて自重脱水させ、袋の張力を利用して盛土や埋土に積み重ねて有効利用する工法である。泥土を大型袋（数10m³）にポンプ圧送する方式



写真-3 袋詰脱水処理工法

と、泥土よりは含水比の低い粘性土や砂質土を小型袋(1m³程度)にホッパやバックホウで充填する2方式がある。

2.4 短繊維混合補強土工法

短繊維混合補強土工法は、写真-4に示すように土または安定処理土に短繊維を混合することで、強度、靱性(ねばり強さ)などの力学的特性の向上や降雨、流水などに対する耐浸食性の向上を図る工法である。

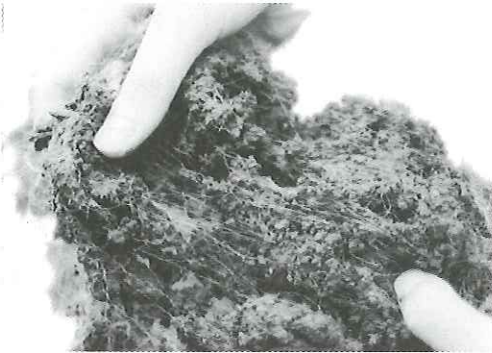


写真-4 短繊維混合土

3. 適用事例

3.1 発泡ビーズ混合軽量土工法(既設橋脚周辺の嵩上げ盛土)

遊水池造成に伴う堰堤盛土の実施にあたり、現場内を横断する橋脚に対して、築堤荷重が橋脚の基礎杭に影響を与えることなく、なおかつ築堤材としての強度特性を満たす材料として、現地発生土を有効利用する発泡ビーズ混合軽量土工法を採用した事例である。

写真-5は現場状況、図-1は施工断面である。発泡ビーズ混合軽量土は湿潤密度を14.1kN/m³、一軸圧縮強さを100kN/m²(室内目標強度200kN/m²)となるよう配合した。施工法は写真-6、図-2に示すように、エア圧送装置にて発泡ビーズと安定



写真-5 既設橋脚周辺の嵩上げ盛土の現場状況

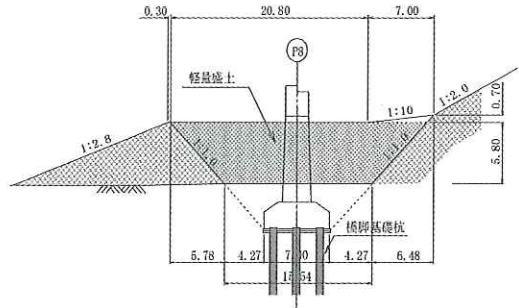


図-1 既設橋脚周辺の嵩上げ盛土の断面図

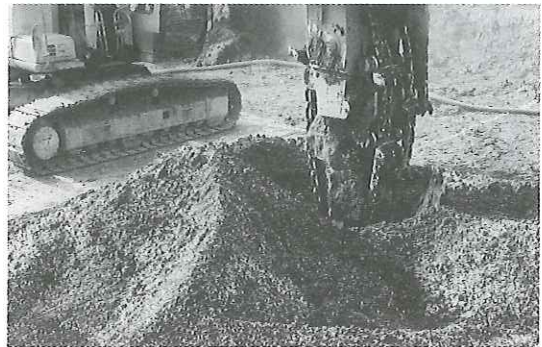


写真-6 発泡ビーズの原地盤混合

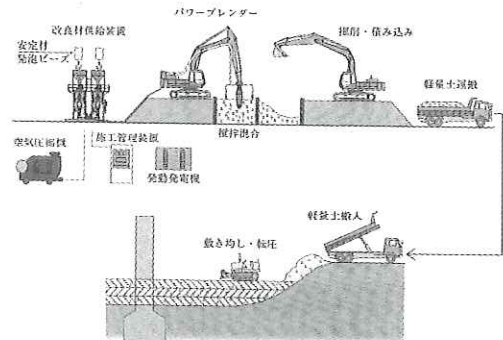


図-2 発泡ビーズ混合土軽量土の施工

材と一緒に連続地中噴射し、パワーブレンダー(トレンチャー式の攪拌混合機)で原地盤に直接混合する方法を採用した。これにより、発泡ビーズ・安定材の飛散を防ぎ、良好な混合性を確保した。

3.2 気泡混合土工法(その1:橋台背面の土圧低減)

一般国道の橋梁部の道路拡幅工事において、新設橋台背面の埋め戻し材に気泡混合処理土を利用した事例である。当該地区の地盤はN値0前後の下部有楽町層(粘性土層)が30~40mの厚さで堆積している。気泡混合処理土の適用は、橋台背面の土圧低減効果により、橋台基礎工事費の低減(従来比約1/2程度)および工期短縮を図ったものである。図-3が施工断面、写真-7が打設時の状況、図-4が施工システムである。

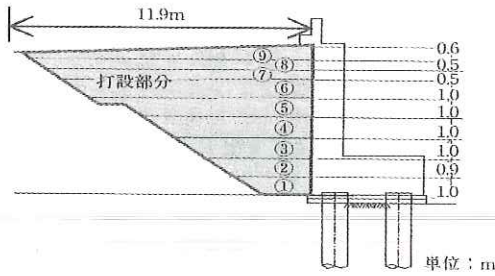


図-3 橋台背面埋戻し施工断面図と打設間隔



写真-8 軟弱地盤上の気泡混合盛土の打設状況



写真-7 気泡混合土の打設時の状況

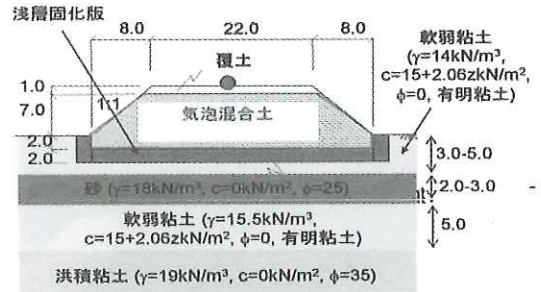


図-5 軟弱地盤上の気泡混合土の施工断面

単位体積重量を $\gamma = 10\text{kN/m}^3$ とし、一軸圧縮強さは、道路路床としての性能が要求されることから $q_{u28} = 300\text{kPa}$ に設定した。気泡混合土については、打設箇所が河川水位以下であり打設中に処理土が浮き上がるのを防止するため、鋼矢板で閉め切るとともに内部をドライアップしてから打設した。

3.3 気泡混合土工法（その2：軟弱地盤対策）

本事例は、福岡県の有明沿岸自動車道建設地における試験盛土であり、原地盤が極めて軟弱な粘土層であること、良質な盛土材が得られないことから、周辺の潟土（有明粘土）を用いて気泡混合土を作製し、盛土荷重低減を図ったものである。写真-8に施工状況、図-5に施工断面を示す。気泡混合土は単位体積重量を $\gamma = 8\text{kN/m}^3$ 、一軸圧縮強さを $q_{u28} = 400\text{kPa}$ に設定した。当工事では原地盤が軟弱地盤であるため、地盤表層に盛土底版として浅層固化版を造成し、沈下形状の平準化と

荷重分散を図った。気泡混合土は掘削した約2mの発生土を使用し、図-6に示すように1回の打設高を0.7～1.0mで12段に分けて施工した。施工にあたっては、型枠を用いて盛土外周部を先行打設し、脱型後に内側を打設した。また、全盛土高7m

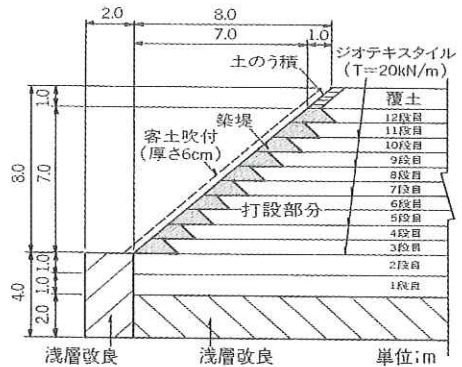


図-6 軟弱地盤上の気泡混合土の打設方法

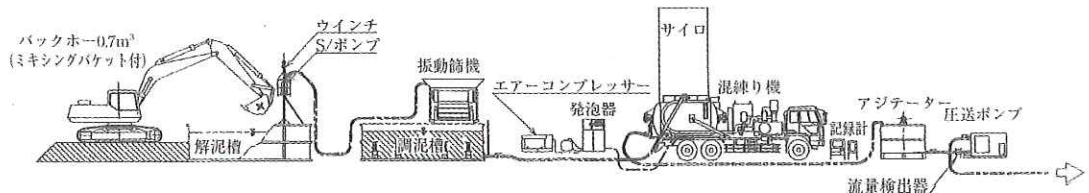


図-4 気泡混合土の施工システム

の中で1.4m毎にジオテキスタイルを設置し、盛土の一体化と内部引張応力に対する補強を図った。

3.4 袋詰脱水処理工法（溜池の維持浚渫）

当地は図-7に示すように、堤高 $H = 8.0\text{m}$ 、堤長 $L = 65.0\text{m}$ 、天端幅 $W = 3.0\text{m}$ 、貯水量 $V = 19,000\text{m}^3$ 、受益面積 $A = 62.0\text{ha}$ の溜池で、国際保護鳥〔朱鷺〕の国内最終生息地である。築造されてから200年を経過し、貯水池内に高含水比の軟弱土が堆積するなど、老朽化が著しい状況にあった。そのため、これを掘削除去し周辺環境に影響が及ばないかたちで処理する必要があるが生じた。しかしながら、捨土できる場所がない、大型の掘削機械の搬入路が確保できない、施工排水処理が必要となるセメント改良土の適用が難しい、掘削土の仮置きスペースが限られているなどの制約があった。そこで、貯水池の水抜き水干しをしてから、堆積軟弱土及びその下部を掘削し、小型袋（ 1m^3 ）に充填し脱水を図ったもの（袋詰脱水処理工法のバックホウ充填方式）を、埋戻し土として再利用する方法（対象土量は 840m^3 、840袋）を採用することとした。掘削及び袋詰作業は、堤体上流面に設置した幅員4mの道路上にて行った。写真-9に示すように、バックホウ（ 0.7m^3 級、クレーン仕様）を使用し、土砂シュートから流し込み袋詰した。袋詰したものは仮置場まで運搬し、5段積みで4週間放置し自重脱水を図った。そして、写真-10のように当初予定していた埋戻し部に施工を行った。

4. 技術の適用性

- (1) 今後、国内では新規の大規模工事が減少し、小規模な改修や更新などの土工が増えることが予想される。ハイグレードソイル全体として、大規模プロジェクトだけではなく、一般的な小工事にも対応した施工法の開発と普及に力を注ぐ必要がある。また、特許の実施許諾やコンソーシアムを通じた技術の普及でも、地方の中小の施工者をターゲットに据えることが重要である。
- (2) 発泡ビーズ混合軽量土については、既設構造物を作り換えずに嵩上するなどの小規模な改築工事での適用が有望である。また、今回紹介した工事例の、少ない占用空間でしかも発泡ビーズの飛散が起らない原地盤混合は、現場の制約が多い小規模工事では有力な方式である。
- (3) 気泡混合土については、構造物の土圧軽減のみならず、締固め不良の回避という観点からも有用性がある。また、軟弱地盤上の低盛土に適用して地盤改良を軽減する用途での適用性も高い。施工法については、現在、原地盤混合によって解泥作業などスラリーを作る工程の軽減と省スペース化を図る方法を検討している。
- (4) 袋詰脱水処理土については、有害物質を含む浚渫土の封じ込めと現地内利用という用途で

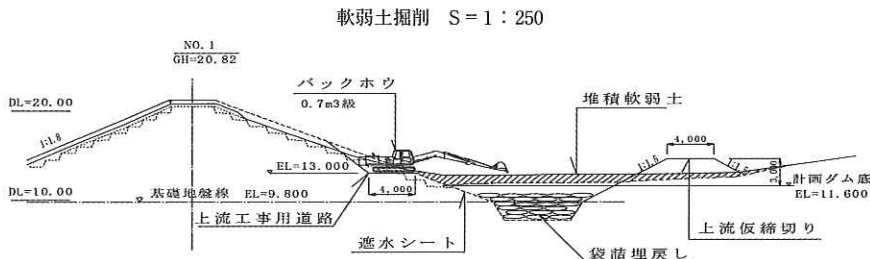


図-7 袋詰脱水処理工法（小型袋バックホウ充填方式）の施工概要



写真-9 袋への軟弱土の充填作業の状況



写真-10 溜池における袋詰脱水処理の現場施工状況

の有用性が高い。既に実験ではダイオキシン類及び重金属での効果が実証されており、現在、実プロジェクトの試験施工に取り組んでいる。

- (5) 短繊維混合補強土については、適用用途の発掘を進めなければならない。現在、堤防の被覆材に適用して、浸食抵抗性がどの程度高まるかを、実験により確認しているところである。

5. 特許権の管理・運用

5.1 特許の内容と出願・登録

ハイグレードソイル工法は、前述したように平成4年度から8年度にかけて土木研究所、(財)土木研究センター、民間企業38社による官民共同研究「混合補強土の技術開発に関する研究」において開発された特許工法で、それぞれ表-1に示す複数の特許権で構成されている。

本工法の開発により出願した特許は、発泡ビーズ混合軽量土工法3件、気泡混合土工法3件、袋詰脱水処理工法9件、短繊維混合補強土工法9件の計24件であったが、うち20件が特許登録に至っている。比較的高い確率(83%)で特許化されたことは、本工法を構成するそれぞれの技術の新規性、進歩性が評価されたことを意味し、知的創造サイクルにおいて、創造した知的財産が適切に保護されたことを表すものである。また、本技術は国土交通省の「建設発生土等の有効利用に関する行動計画」にも役立つ技術でもあり、21世紀の資源循環型社会への移行に際し、本工法が果たす役割の大きさを裏付けるものである。

5.2 パテントプール方式による一元管理

表-1に示した特許権は、共同研究に参加した複数の者で共有しており、工法によっては同工法を構成する特許の権利者も異なっているため、ある工法の特許実施契約を締結するには、複雑な契約行為を伴うことになる。そこで本工法の普及に際しては、ライセンス業務の利便性を図るため、土木研究所、(財)土木研究センター、民間企業等が所有する複数の権利をプールし、一元管理機関により特許権の管理・運用を行うパテントプール方式を採用している。

具体的には、図-8に示すように4つの工法毎に

表-1 ハイグレードソイル工法構成特許一覧

工法名特	許権の名称	登録番号
気泡混合土工法	軽量盛土工法	特許第1830612号
	人工軽量土	特許第1864842号
	流動物の単位体積重量計測装置	特許第2893030号
	粘土の袋詰脱水方法	特許第2535302号
袋詰脱水処理工法	袋詰粘土を用いた築堤方法	特許第2120899号
	高含水粘性土の袋詰脱水処理方法	特許第3148815号
	脱水袋の敷設場所における地盤の処理および袋の保護方法	特許第2759263号
	高含水比粘土の袋詰脱水用脱水袋	特許第3007908号
	植生可能な袋詰脱水袋	特許第3813662号
	袋詰脱水袋の注入口の構造	特許第3330026号
	連結可能な袋詰脱水袋	特許第3742240号
	複合軽量材料	特許第2141126号
発泡ビーズ混合 軽量土工法	混合軽量土	特許第2559978号
	混合軽量土からなる盛土の保持方法	特許第3759778号
	短繊維束の解機装置	特許第3118531号
短繊維混合補強土工法	短繊維混合土砂の造成方法および装置	特許第3229972号
	短繊維混合補強土	特許第3557537号
	土と短繊維の混合装置、および混合方法	特許第3138722号
	解機した短繊維と土との混合方法、および混合装置	特許第3046973号
	既設堤体のパイピング破壊防止補強方法および既堤体のパイピング破壊防止補強	特許第3357319号

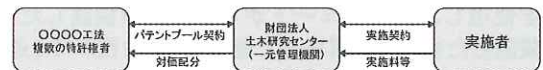


図-8 ハイグレードソイルパテントプール契約の概念図

権利を(財)土木研究センター(一元管理機関)に集中させ、第三者等への実施許諾契約手続き、特許実施実績の管理、特許権者への対価配分等の事務を一括して行っている。

なお、第三者への実施許諾においては、独占禁止法に従い、不当な取引制限や私的独占等がないよう適切に運用している。

このことにより知的創造サイクルにおける活用のための体制が構築され、ライセンス、ライセンサー双方の便宜が図られて、効率的に本工法の普及が行われるようになった。

5.3 活用状況

表-2はパテントプール契約を締結した平成14年度から17年度までの本工法の実施状況をまとめたものである。年度によりばらつきがあるものの、実施数量(気泡混合土工法、発泡ビーズ混合軽量土工法は処理土量、袋詰脱水処理工法については袋材の面積)、実施箇所とも増加傾向にあり、パテントプール方式の活用により本工法が様々な現場で実施されるに至ったことを示している。

また、表-3は各工法の実施権取得者数について、共同研究に参加した者とそれ以外の者に分けてまとめたものである。

表-2 ハイグレードソイル工法実施状況

工法名	区 分	14年度	15年度	16年度	17年度	計
気泡混合土工法	実施数量(m ³)	0	0	4,820	13,811	18,631
	実施箇所数	0	0	2	3	5
袋詰脱水 処理工法	実施数量(m ³)	5,895	27,434	0	0	33,329
	実施箇所数	1	3	0	0	4
発泡ビーズ混合 軽量土工法	実施数量(m ³)	0	5,509	7,872	11,157	24,538
	実施箇所数	0	2	9	13	24

表-3 ハイグレードソイル工法実施権取得者数

工法名	区 分	14年度	15年度	16年度	17年度
気泡混合土工法	共同研究に参加した実施者数	24	24	24	24
	上記以外の実施者数	0	4	6	6
	計	24	28	30	30
袋詰脱水 処理工法	共同研究に参加した実施者数	27	27	27	27
	上記以外の実施者数	0	3	4	4
	計	27	30	31	31
発泡ビーズ混合 軽量土工法	共同研究に参加した実施者数	30	29	29	28
	上記以外の実施者数	0	0	2	2
	計	30	29	31	30
短繊維混合 補強土工法	共同研究に参加した実施者数	27	27	27	26
	上記以外の実施者数	0	0	2	2
	計	27	27	29	28

なお、上記により得られた収入は本工法の技術内容を紹介したパンフレットの作成等にも当てられ、より一層本工法が普及する結果となっている。

現在、上述したパテントプール方式による特許権の運用方法は、当研究所における成果普及方策のモデルケースとして他の工法等においても活用され、それぞれ成果普及のさらなる促進に結びついている。

6. おわりに

ハイグレードソイル工法については、平成8年の研究終了以降も設計施工マニュアルの整備、適用用途の発掘などを進めてきたが、平成14年度からは土木研究所の独立行政法人化を契機に、「ハイグレードソイル研究コンソーシアム」を発足さ

せ、工法普及、設計施工に係わる技術資料の整備、知的財産権の管理、用途拡大のための技術開発などに取り組んでいる。

特許権が与えられる技術・工法とは、従来は不可能であったことを可能にしたり、従来の価値を高められるものであり、その活用・普及により大きな社会的効果が期待できる。

今後とも、このように新たに研究開発した技術・工法については、速やかな特許の出願等により必要な知的財産権を適切に保護するとともに、本報で紹介したような積極的な権利の管理・運用により、社会に貢献できる研究成果の効率的な普及を図っていきたい。

参考文献

- 1) 小橋秀俊、森 啓年、高橋 勇、車田佳範、前野英昭：袋詰脱水処理工法による浚渫土の有効利用について、基礎工, pp41-43, 2004.8
- 2) 小橋秀俊、新舎 博：建設発生土の利用拡大に向けて 気泡混合土工法による低品質土の高付加価値化, Cement & Concrete, pp35~40, 2004.10
- 3) 小橋秀俊、新舎 博：HGS気泡混合土工法の施工例、基礎工, pp41-43, 2004.12
- 4) 小橋秀俊、工藤英宇、佐藤利行：HGS発泡ビーズ混合軽量土工法の施工例、基礎工, pp47-49, 2004.12
- 5) 古本一司、新舎 博、渡邊雅哉：HGS気泡混合土工法における最近の取組み、土木技術, pp19-24, 2006.10
- 6) 榎谷有吾、小橋秀俊、古本一司、斉藤由起子：ハイグレードソイル研究コンソーシアムについて、土木コスト情報, pp1-5, 2006.10

小橋秀俊*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所材料地盤研究グループ土質チーム首席研究員, 工博
Dr. Hidetoshi KOHASHI

安馬芳樹**



独立行政法人土木研究所総務部総務課主査(前 つくば中央研究所技術推進本部主査)
Yoshiki ANMA

菊地 稔***



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所技術推進本部
Minoru KIKUCHI

児玉法彰****



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所技術推進本部研究員
Houshou KODAMA