

製品紹介

ガラパゴス・リテラ BZ200自走式土質改良機

Reterra BZ200 Mobile Soil Recycler

山田 光伸*

Mitsunobu Yamada

吉田 泰弘**

Yasuhiro Yoshida

藤野 種明***

Taneaki Fujino

建設発生土の再利用率は低く、処分地の不足、遠方化、さらに新材の採取による環境破壊、資源枯渇などが社会問題となっている。このような背景のもと、建設発生土を現場にて改良し、再利用することをねらい、自走式土質改良機ガラパゴス・リテラBZ200を開発した。

BZ200は、土質改良の主要機器を独自に開発し、コンパクトで混合性が良く、大作業量（40～80m³/h）を実現した。さらに、従来プラントでは困難とされた粘性の強い土も改良ができる。

このため、各種建設現場で種々の土質改良の工事に実績をあげている。

The recycling ratio of the waste soil produced during construction is low. As a result, insufficiency of the final disposal sites, long distances to those sites, disruption of environment by collection of virgin materials, running out of resources, etc. have become social problems. With this background, we have developed the BZ200 mobile type recycler to improve and recycle the soil in the construction fields.

The main soil devices of the BZ200 for improving the soil have been developed by us. The BZ200 is compact and can mix materials effectively and quickly (40～80m³/h). In addition, the BZ200 can improve the soil having high viscosity which is difficult to improve with the conventional plants.

Accordingly, the BZ200 has been used to improve soil of various types in various construction fields.

Key Words : Soil Improvement, Mixing, Soil, Solidifying Material, Soil Produced in Construction Field, Recycle, Mobile Type, Environment.

1. 開発の背景

建設工事現場からの発生土は、全国で年間約4億4,600万m³発生（平成7年度）し、年々増加する傾向にある。そのうち有効に再利用しているものは15%に過ぎず、約85%の建設発生土が埋立てなどに処分されている。このため、建設発生土の処分地が減少し、処分地の遠隔化にともなう経費の増大、さらに交通公害問題や無秩序な投棄による環境破壊が社会問題になってきている。

さらに建設省は、再利用が進まない状況から、平成9年に再資源利用率のアップ（平成12年に80%を目指す。図1参照）をとりきめ、再利用の強化を打ち出した。このため、建設発生土を改良し、再利用することが求められている。

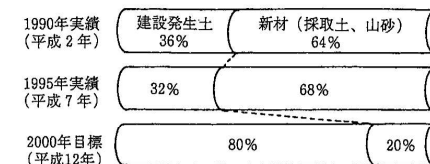


図1 公共工事における土砂の利用の実績と目標

*開発本部 建機第三開発センタ 設計グループ
グループマネージャ

**開発本部 建機第三開発センタ 設計グループ
主任技師

***開発本部 建機第三開発センタ 設計グループ

2. 現状工法の問題点

図2に建設発生土、および工事使用土の流れの概図を示す。管工事などにおける埋め戻しは、一度掘り起こすと土の強度が低下するため、山砂などの新材を使用するのが一般的である。そのため、発生土の処分、新材の購入が必要である。土質改良プラントによる改良土も使用されるが、プラントの場所が限られており、またプラント建設が莫大な費用を要するため、普及が遅れている。

また、土木の分野では、高粘性土のように建設発生土の品質が現場の要求品質に合致しない場合は、生石灰やセメントなどの固化材を混合し、土質改良して利用するのが一般的である。図3に土質改良の施工例を示すが、今まで適当な施工機械がなく、油圧ショベルなどの掘削機械を利用してバケットで混合しているのが現状である。そのため、固化材の粉塵が舞いあがりやすい。また、固化材の混合が作業員の習熟度に依存し、混合品質

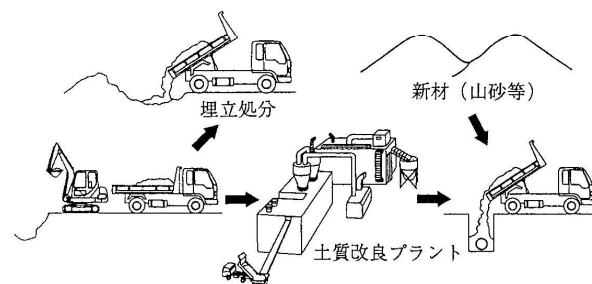


図2 建設発生土と工事利用土の流れ

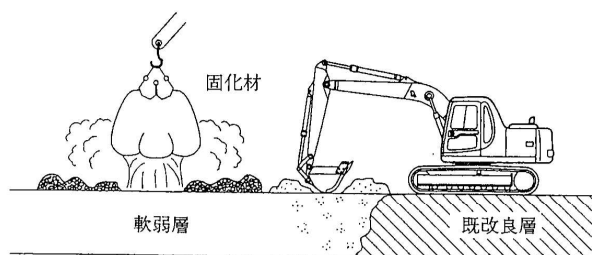


図3 現状の土質改良施工例（油圧ショベル混合）

がばらつく問題があった。

このような背景のもと、建設発生土を現場で効率よく改良し、再利用することをねらって、自走式土質改良機ガラパゴス・リテラBZ200を開発した。

以下、その概要について紹介する。

3. 開発のねらい

建設発生土を現場にて改良し、再利用するために開発のねらいを次のようにした。

- ① 作業量を大きくして、改良コストを低減する。
- ② 現場で発生する広範囲の土質（粘性土、レキ混じり土）に対応する。
- ③ 改良土の品質が良い。
- ④ 自走式で、かつ現場間移動が一般のトレーラで簡単にできる。
- ⑤ 粉塵がなく、低騒音。

4. BZ200の外観と土質改良のしくみ

写真1にガラパゴス・リテラBZ200の外観、図4に外形図、表1に仕様を示す。

また、土質改良のしくみを図5に示す。土質改良は次のようにして行われる。

① 原料土ホッパへの土の投入

原料土ホッパに投入された土はベルコンフィードで搬送される。ホッパ出口部には掻き出しロータがあり、平らにならされて送られる。ベルコン

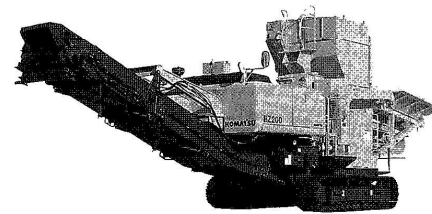


写真1 ガラパゴス・リテラ BZ200の外観

フィードは速度を一定にコントロールしており、土を定量で送り出している。

② 固化材の添加

ベルコンフィードの上方に固化材ホッパがある。固化材ホッパの下面は升目に仕切られた羽（フィーダ）が定速で回転している。羽の升目に入った固化材はシュートより土の上に落下する。

固化材フィーダの回転数は目標の速度にコントロールしており、設定の固化材を添加する。

表1 ガラパゴス・リテラ BZ200の仕様

機種		BZ200
主要諸元	機械質量	kg 18,500
	全長	mm 12,400
	全高	mm 4,490
	全幅	mm 2,850
	定格出力	kw(PS)/rpm 99(135)/2,000
	接地長	mm 2,750
	履帯幅	mm 500
	走行速度	km/h 3.1
	最大処理能力	m³/h 40~80
	混合方式	— ソイルカッター付+3軸ロータリハンマ式
作業性能	原料土ホッパ容量	m³ 1.8
	原料土ホッパ投入高さ	mm 2,450
	固化材ホッパ容量	m³ 3.0
輸送性	排出ベルコンベルト幅	mm 900
	輸送方法	— 20tトレーラ(固化材ホッパは別機)
	輸送時寸法	全長 mm 12,400 全高 mm 3,100 全幅 mm 2,850

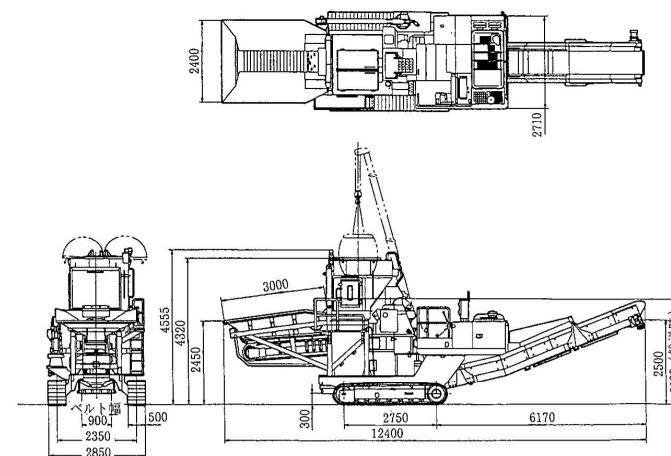


図4 ガラパゴス・リテラ BZ200の外形図

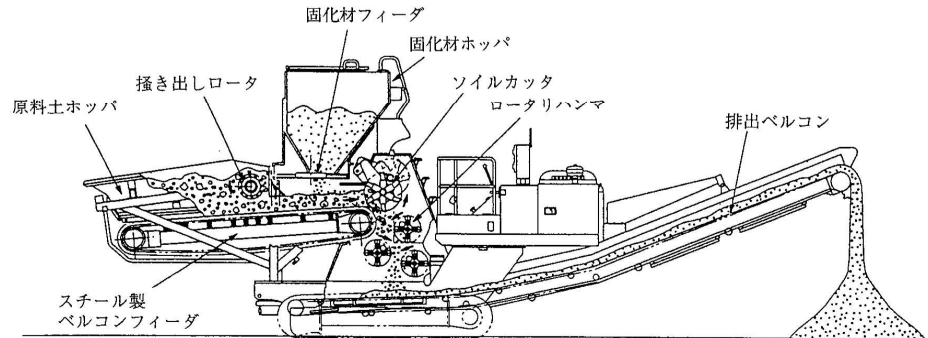


図5 ガラパゴス・リテラ BZ200の土質改良のしくみ

③ 土と固化工材を混合

混合機に送られた土と固化工材はソイルカッタで切削混合され、さらに3軸ロータリハンマで衝撃混合される。土と固化工材が混合することにより、土の性状が化学的に改良される。

④ 排出

改良された改良土は排出ベルコンで排出される。

5. BZ200の主要な特長

5.1 粘性の高い土でも改良可能

① 高粘性土でも供給が確実な掻き出しロータ

写真2に原料土ホッパ回りの外観を示す。

原料土ホッパの出口付近には掻き出しロータがあり、土の流れる方向に回転している。通常、粘性の高い土は、土どうしが結合しており、その結合を断ち切らないと定量で送ることは難しい。掻き出しロータは粘性の高い土、土の塊などを、ほぐしながら押しつぶして送り出しており、土がとぎれることなく確実に送り出している。

② 高粘性土に強い混合機

写真3に混合機内部を、図6に混合機の混合のメカニズムを示す。

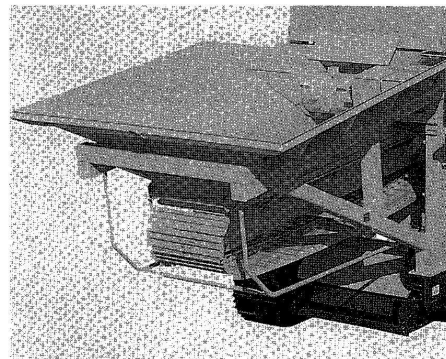


写真2 原料土ホッパ回り



写真3 混合機内部

混合機に入った土はソイルカッタで粗混合（切削混合）され、3軸のロータリハンマでさらに細かく混合（衝撃混合）される。粘性の高い大きな土の塊をたたいて混合すると、単に土が変形するだけで、細かくはなりにくい。これをまず、ソイルカッタで小割にした後、ロータリハンマで混合することで、ハンマの衝撃が土に伝わりやすく、さらに細くなる。この2つの異なった混合方法により、粘性の高い土でも高品質にかつ効率よく混合できる。

5.2 レキつまりに強い構造

土のなかに混ざっているレキなどの異物は取り除くことが前提であるが、万が一混入しても詰まりにくくしている。図7-(a)、(b)に混合機（ソイルカッタ、ロータリハンマ）のレキ詰まり防止のしくみを示す。

① 揺動式ソイルカッタ

ソイルカッタは揺動するアームに取り付けられている。レキが混入し、カッタにかんだ場合、カッタおよび原料土ベルコンフィーダの力により、カッタがアームの取り付けピンを支点にして上方に逃げる。これにより、レキが詰まりにくい。

② 揺動式ロータリハンマ

ロータリハンマはシャフトにピンで取り付けられており、揺動可能となっている。ロータリハンマ回転時は遠心力で開いて回っているが、異物がかみ込むと、ハンマが揺動して逃げるため、詰まりにくい。

5.3 コンパクトな車体で大きな作業量

土質改良の主要機器（フィーダ、混合機など）は独自に開発した。混合機は切削、衝撃方式で瞬間的に高品質な混合を連続して処理している。これにより、自走式でコンパクトな車体にプラント並みの作業量（40～80m³/h）を達成している。

5.4 任意の強度の改良土が製造可能

固化工材添加量は原料土1m³当り20～180kgの範囲で調整が可能である。このため、不良残土の改良から、建築基礎部などの地盤改良まで、幅広い分野の土質改良工事に対応ができる。

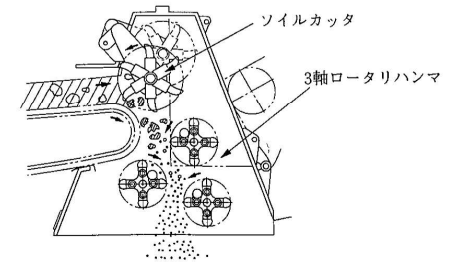
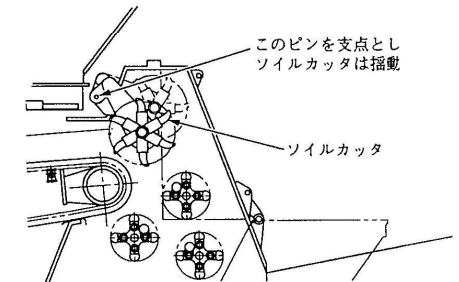
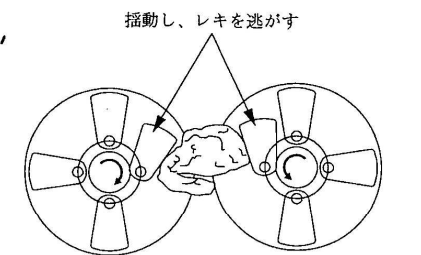


図6 混合機の混合のメカニズム



(a) ソイルカッタ



(b) ロータリハンマ

図7 混合機のレキ詰まり防止のしくみ

5.5 固化工材投入用にクレーンを標準装備

生石灰やセメント系固化工材などの固化工材は通常1トン入りのフレキシブルコンテナ（フレコン）と呼ばれる袋に詰められて流通している。このフレコンにより固化工材をホッパに投入するため、クレーンを標準装備している。

6. 実稼働事例

6.1 軟弱土質の地盤改良

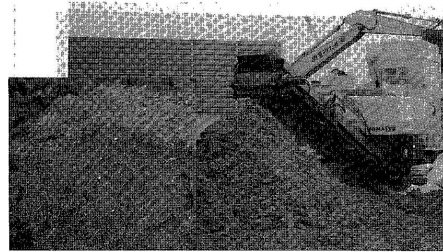
粘性のある軟弱土質をBZ200で改良した。比較のため、従来工法の油圧ショベルにも行った。施工時の写真を写真4に示す。また、原料土、それぞれの施工法における改良土の土質試験の結果を表2に示す。

混合具合を目視で確認すると、油圧ショベルによる混合では、固化材がゴルフボール大で混入しているものがあるのに対し、BZ200による混合では固化材が粘土の中に粒状で均質になって混ざっている。

土質試験結果を見ても、BZ200で改良の強度は、油圧ショベルによるものに対し、2～3倍であり、BZ200による改良の品質が良いことがわかる。

6.2 移動式ミニプラント

BZ200を移動式ミニプラントとして遊休地に設置した例を写真5に示す。このミニプラントは改良土を管工事の埋め戻し用として使用する。このため、BZ200から排出した後に、別置きの振動ふるいを通過させ、規定以上の大きさのレキを取り除くようにしている。振動ふるい、2本のベルトコンベアは本体の油圧を利用しているため、外部動力が不要である。このため、電力などの動力の工事が不要で、設置場所の自由度が大きい。



(a) ガラパゴス・リテラ BZ200による土質改良



(b) 油圧ショベルによる土質改良

写真4 土質改良施工例

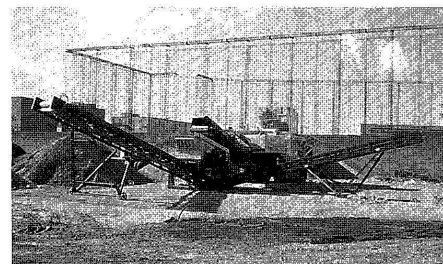


写真5 ガラパゴス・リテラ BZ200のミニプラントの例

表2 BZ200と油圧ショベルによる粘性土の土質改良結果

物性項目	試料名	固化材として生石灰50kg/m ³ 添加		
		原料土	BZ200による混合	油圧ショベルによる混合
含水比	%	53.6	47.3	43.4
C B R	%	0.9	21.4	6.9
I 軸圧縮試験	N/cm ² {kg/cm ² }	2.1 {0.21}	23.0 {2.34}	12.9 {1.32}

7. さいごに

ガラパゴス・リテラBZ200は、'97年12月の発売以来、'99年5月現在で60台の実績がある。

リテラは、現場で土と固化材とを高品質に混合ができるという特長を生かし、各種建設現場で稼働している。

たとえば、路床の改良、橋台裏込め用のセメント安定処理土の製造、CSG (Cement Sand Gravel) 工法による現場土とセメントの混合、シールド泥土の改良などに採用されており、さらに活躍のフィールドは広がっている。

今後はリテラの機械の性能を向上するとともに、適用の分野をさらに広げるために、機能の追加、周辺機器の開発、システム化などを図ってきたい。

参考文献

- 1) 建設発生土リサイクルのニーズにこたえた「ガラパゴス・リテラ」
田口、白井著 建設機械 '99.5.
- 2) 自走式土質改良機/ガラパゴス・リテラBZ200
藤野、吉田著 建設機械 '98.7.

筆者紹介



Mitsunobu Yamada

やま だ みつ のぶ
山田光伸1968年、KOMATSU 入社。ブルドーザ、ラフテレンクレーンの開発に従事。現在、開発本部建機第三開発センタ設計グループ所属。グループマネージャ。



Yasuhiro Yoshida

よし だ やす ひろ
吉田泰弘1982年、KOMATSU 入社。油圧ショベル、ミニショベル、建機応用商品、新機種の開発に従事。現在、開発本部建機第三開発センタ設計グループ所属。主任技師。



Taneaki Fujino

ふじ の たね あき
藤野種明1988年、KOMATSU 入社。建機のパワートレインの開発、ハンドリング機の開発に従事。現在、開発本部建機第三開発センタ設計グループ所属。

【筆者からひと言】

粘性のある土、含水比の高い土、砂、レキ混じり土と、土質が違えば、土詰まり、付着などの性状が異なり、リテラの開発は試行錯誤の連続で苦労しました。

まだまだ、改良の余地のある機械であり、がんばっていききたいと思います。