自律施工型ブルドーザ「Smart Dozer®」

現場環境を認識し、最適な経路を自動生成して自律施工

本システムは、ボッシュエンジニアリング（株）、山﨑建設（株）との共同開発技術です。

特許6件、審査中2件

概 要

運転動作の自動制御システムと環境認識システムを実装したブルドーザで、動的に変化する周辺の環境に応じて最適な経路を自ら判断する自律施工機能を備えています。熟練作業員の減少による生産能力の低下に対応する省人化技術です。

Smart Dozer（スマートドーザ）は、建設機械の自動化レベル「Level 3」の要件を満たす自律施工型ブルドーザです。
Smart Dozerでは、周囲に存在する土砂山や建設機械、人、障害物を高精度に識別して地形の高さをリアルタイムに検知する「現場環境認識アルゴリズム」を新たに開発し、「検知の自動化」を実現しています。さらに「経路自動生成アルゴリズム」により、動的に変化する施工環境において、重機管理者が詳細な指示を与えることなく最適な経路を自動生成して自律的に施工する「判断の自動化」も実現しています。



自律施工中の「Smart Dozer」

建設機械の自動化レベル

レベル	定義	備考
Level 0	自動化なし	
Level 1	個別動作の自動化	最適動作は人が指示
Level 2	Level1 ＋ 一連動作の自動化	最適動作は人が指示
Level 3	Level2 ＋ 検知と判断の自動化	最適動作を自動で判断し実行
Level 4	Level3 ＋トラブル対応の自動化	
Level 5	Level4 ＋ 現場条件限定の解放	

出典：2019建設ロボットシンポジウム 04-1「建設機械自動化レベル策定に向けて」より

自律施工（自動化レベル「Level 3」）に求められる機能

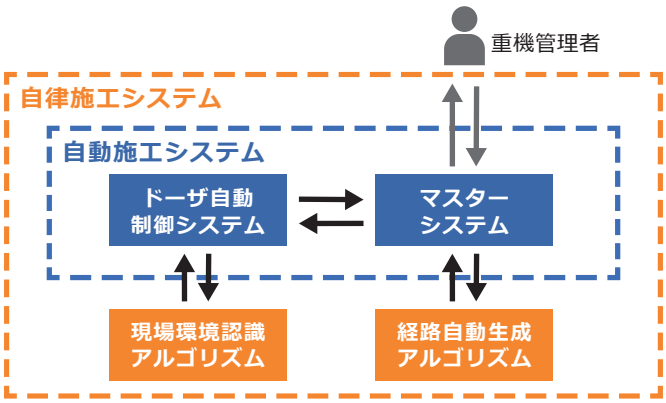
要件	主な内容
機体の制御	走行制御（経路追従制御）、ブレード制御
自己位置推定	GNSS測位
周囲環境の認識	地形・土砂山、障害物、建設機械、人の検知
経路自動生成	移動経路、敷均し経路
重機管理システム	状態モニタリング、状態判断、制御指示
安全管理システム	衝突防止（自車危機回避、干渉防止）

システム構成

Smart Dozerは、キャビンのルーフ上に、LiDAR、カメラ、GNSS、IMUといったセンサ類や通信装置などをユニット化して搭載しています。また、キャビン内には、RCU（Robot Control Unit）とコントロールパネルを備えています。既存のブルドーザにこれらの装備品をレトロフィット（外付け）し、Smart Dozerとして運用しています。
Smart Dozerの「自動施工システム」（Level 2）は、重機管理者から作業エリアや経路の指示を受ける「マスターシステム」と、車体の移動やブレードの上下動、緊急停止動作などブルドーザ自体の制御を行う「ドーザ自動制御システム」から構成されます。
「自律施工システム」は、この「自動施工システム」に「現場環境認識アルゴリズム」と「経路自動生成アルゴリズム」を組み込んだ発展形で、自動化レベル「Level 3」の要件を満たすシステムとなっています。重機管理者が作業開始を指示すると、作業エリアの計画から、走行経路の作成、作業完了の判断まで、Smart Dozerが自律的に判断し施工を行い、重機管理者は施工状況の監視に専念できます。



Smart Dozerのハードウェア



Smart Dozerのシステム構成

SHIMIZU CORPORATION
清水建設

現場環境認識アルゴリズム

新たに開発した現場環境認識アルゴリズムによる物体検知・分類モデル（LD-CC:LiDAR-Detection-Camera-Classification）は、カメラ画像とLiDARによる点群データを使用します。手順は以下のとおりです。

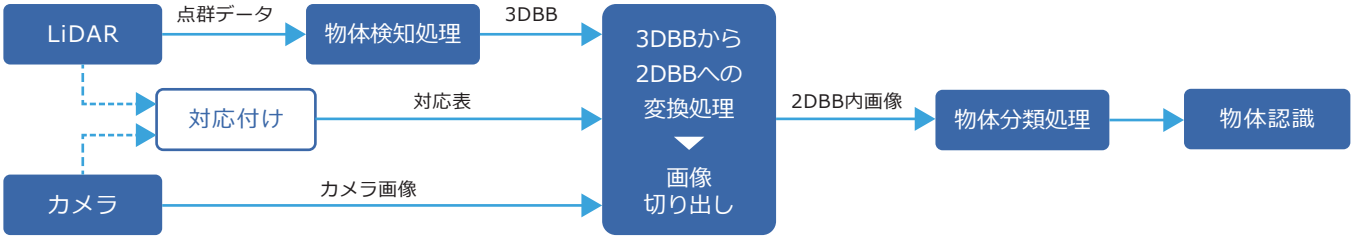
① LiDARで取得した点群データにより物体を検知し、検知した物体を含んだ領域を区切る3Dバウンディングボックス（3DBB）を作成します。
② あらかじめ実施したLiDAR−カメラ間のキャリブレーション結果（両センサの位置・姿勢関係）を参照して、3DBBをカメラ画像上の2Dバウンディングボックス（2DBB）に投影します。
③ この2DBBで区切られた領域内のカメラ画像で物体を分類・認識します。



点群データから物体検知
3DBBを作成



2DBBで人に分類

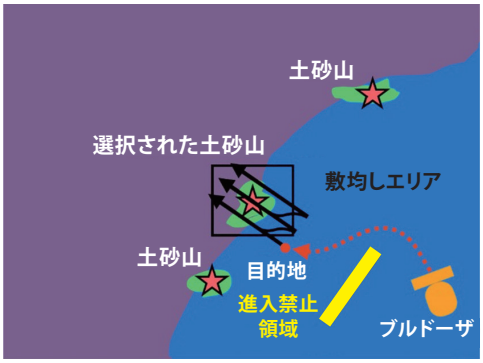


現場環境認識アルゴリズム

経路自動生成アルゴリズム

本システムの経路自動生成アルゴリズムは、環境認識基盤アルゴリズムを搭載したブルドーザが土砂敷均し作業を自律的に行うため、次のような機能を持ちます。

① 3D-LiDARで取得した点群やGNSS、IMUのデータで生成された地形マップから、土砂山の位置と数を推定します。
② 最も近い土砂山に対して敷均しエリアを設定し、エリア内での走行経路を計画します。
③ ブルドーザの現在位置から敷均しエリア（目的地）への移動経路を計画します。
④ 敷均し走行完了後、エリア内で設計面高さを超過する領域を探索し、追加敷均し走行の要否を判断します。必要な場合は新しい敷均し経路を計画・走行します。



適用事例

R4那珂川左岸小場地区周囲築堤工事（国土交通省発注）にて、実証施工ならびに実活用を行いました。
いずれの施工においても、施工精度は±4〜5cmを確保していることを確認しました。

○実証施工：高さ約1.5m、約3.5m³の土砂山4つを検知し、約1,000m²を敷均し
　　土砂山の位置を認識させるだけで、最適な移動ルートを考案し、土砂山を崩して敷均しました。
○実活用　：河川敷のうち約120m×20mについて敷均し
　　作業員が敷均しの範囲を指定するだけで、移動からブレード操作まで自律作業を実施しました。



土砂山を検知して敷均す状況（実証施工）



河川敷を敷均す状況（実活用）

清水建設株式会社
https://www.shimz.co.jp/

土木技術問合せ窓口
✉ sc-civiltech-mlist@shimz.co.jp

2026.11