技術概要書（様式）

※別紙2

技術分類	安全・防災　維持管理　環境　コスト　(ICT)　品質　（該当する分類に○を付けてください）		
技術名称	建設機械の自動化システム 「Ａ^{4}ＣＳＥＬ（クワッドアクセル）	担当部署	土木部
NETIS登録番号		担当者	的場 眞二
社名等	鹿島建設（株）　九州支店	電話番号	092－481－8012

技術の概要

１．技術開発の背景及び契機

建設業では、人手不足や熟練技能者の減少・高齢化への対応、労働生産性の向上、労働災害や事故の抑制が大きな課題となっています。

これらの課題に対応するため鹿島では、建設機械の自動化により、施工の安全性と生産性の向上を同時に実現する、次世代の建設生産システム「A^{4}CSEL（クワッドアクセル）」を開発しました。

２．技術の内容

従来の災害復旧現場で活用される遠隔操作による無人化施工とは異なり、人間がタブレット端末で複数の建設機械に予め指示を出すことにより、無人で自動運転を行うものです。
技術の構成並びに特長は以下のとおりです。

（1）汎用建設機械の自動化技術
汎用の建設機械に計測機器及び制御装置を搭載することにより、自動運転を可能とするものです
・GPSアンテナによる位置・方位の検出
・ジャイロセンサ等による姿勢・操舵角計測
・自動操舵装置（振動ローラ）や制御用PCによる建設機械制御

（2）施工状況に応じた運転制御プログラム
施工条件の異なる数多くの作業で熟練オペレータの操作データを収集・分析し、プログラム化することで、熟練オペレータと同等の精度を実現しています。
・タブレットPC上での簡単な操作による施工指示
・独自の制御ロジックを開発
・振動ローラ、ブルドーザとも設計値±10cmの施工精度で転圧作業、巻出し作業を実現

（3）自動運転を実現する認識技術と安全装置
周囲状況のリアルタイム計測に応じて障害物・法肩の認識をして一旦停止・方向転換をする機能や、自動化に用いる自己位置・姿勢の計測により逸走防止する機能を開発し、安全性の高い自律運転システムを実現しています。
・レーザスキャナにより障害物を認識し停止
・GPSによる施工領域外への逸走防止
・非常用停止ボタンの複数装備（遠隔停止・エンジン停止）

3. 技術の効果

振動ローラの転圧作業、ブルドーザの巻出し作業では、熟練オペレータと同等の施工精度を確保する汎用建設機械の自動化を実現しています。

大分川ダム堤体コア材盛立部において、自動ダンプトラックと自動ブルドーザを連動させ、運搬／荷下ろし／まき出し／整形という一連の作業の自動化の導入試験を行い、ダンプトラックの「運搬」と「荷下ろし作業」の自動化に国内で初めて成功しました。

４．技術の適用範囲

振動ローラの転圧作業とブルドーザのまき出し作業に加えて、盛立部におけるダンプトラックの運搬／荷下ろし作業の自動化に成功したことにより、ダム工事における建設機械自動化システムの一連の流れを確認しました。

今後は、油圧ショベルの自動化へも取り組む予定で、適用機種を増やしつつ、造成工事やダム工事の自動化システムを完成させる方針です。

５．活用実績

国の機関　１　件　（九州　１件　、九州以外　0件　）
自治体　１　件　（九州　１件　、九州以外　0件　）
民　間　０　件　（九州　0件　、九州以外　0件　）

6. 写真・図・表

■次世代の建設生産システム
「A^{4}CSEL（クワッドアクセル）」

A⁴CSEL : Automated/ Autonomous/ Advanced/ Accelerated Construction system for Safety, Efficiency, and Liability

従来の重機による作業（ダム現場）

「A⁴CSEL」の施工イメージ

■技術の構成・特長

汎用建設機械の自動化技術

汎用の建設機械に計測機器及び制御装置を搭載することにより、自動運転を可能にしています。

point
- GPSアンテナによる位置・方位の検出
- ジャイロセンサ等による姿勢・操舵角計測
- 自動操舵装置（振動ローラ）や制御用PCによる建設機械制御

自動化システム構成

施工状況に応じた運転制御プログラム

施工条件の異なる数多くの作業で熟練オペレータの操作データを収集・分析し、プログラム化することで、熟練オペレータと同等の精度を実現しています。

point
- タブレットPC上での簡単な操作による施工指示
- 独自の制御ロジックを開発
- 振動ローラ、ブルドーザとも設計値±10cmで転圧作業、撒き出し作業を実現

タブレットPC画面　自動振動ローラによる転圧

自動ブルドーザによる撒き出し作業　自動撒き出し完了時の状況

自律運転を実現する認識技術と安全装置

周囲状況のリアルタイム計測に応じて障害物・法肩の認識をして一旦停止・方向転換をする機能や、自動化に用いる自己位置・姿勢の計測により逸走防止する機能を開発し、安全性の高い自律運転システムを実現しています。

point
- レーザスキャナにより障害物を認識し停止
- GPSによる施工領域外への逸走防止
- 非常用停止ボタンの複数装備（遠隔停止・エンジン停止）

各種安全装置

■自動化建設機械による一連の作業と特徴

運搬／荷下ろし
〈自動ダンプトラック〉

予め指示された位置までの運搬や指定位置での荷下ろし（ダンプアップ）を自動で行います。

まき出し／整形
〈自動ブルドーザ〉

自動ダンプトラックからの退出信号を受信すると、自動的にまき出しと整形作業を開始します。

転圧
〈自動振動ローラ〉

単純な矩形だけではなく、埋設計器設置箇所を避けるなど、変則的な形状であっても柔軟に対応しながら、自動で転圧作業を行います。

自動ダンプトラックと自動ブルドーザの連動作業

コア盛立部での 2 台の自動振動ローラでの転圧作業