

(論文内容の要旨)

建設工事における情報化施工や無人化施工を実施する際、現場状況の的確な把握が前提となる。そのためには、高精度かつリアルタイム性の高い測量技術が要求され、GPS (Global Positioning System) は、このような要件を満たす最有力の測量技術で、現在は情報化施工における中核技術となっている。本論文は、GPS を利用した情報化施工システムの実現場への導入にあたり、建設分野特有の様々な問題点に関し、それらを解決するための対策の検討を、実現場での施工を通して知見を蓄積しながら行ったものであり、6章からなっている。

第1章は序論であり、研究の背景と目的を述べるとともに「GPS を用いた盛土締固め管理システムの実用化、高度化」における5つの課題と、より広範囲の現場適用のための、「GPS の利活用、高性能化の検討」における2課題を抽出した。

第2章ではGPS技術の現状と動向に関して、代表的なGPS測位の原理である単独測位法と干渉測位法について説明した。さらに、GPSによる測量やGPS関連のインフラストラクチャについて概観し、GPS関連技術の動向について解説した。

第3章では、情報化施工の現状技術とともに、最近の建設施工を取り巻く環境に対して情報化施工に期待される役割を論じた。また、情報化施工に関する国内外の動向を概観し、現在最も大きな課題として挙げられている、情報化施工技術の普及方策について検討した。

第4章では独自に開発した情報化施工システムを説明した。まず、特殊技能がない作業員でも、リアルタイムGPS (RTK-GPS) により、現場出来高測量、張張り作業が容易に行えるワンマン測量システムを開発した。次に、締固め機械の運転室内のパソコン画面上にGPSによって計測された振動ローラーの移動軌跡から算出した盛土の転圧回数を表示することで、盛土の品質管理を行いながら施工する盛土締固めシステムを開発し、実現場での適用性を確認した。さらに、3次元設計データとRTK-GPSによって測定された重機の位置情報をリアルタイムに照合させ、設計データどおりに油圧をコントロールし建設機械の走行、位置決め、ブレード等の自動制御を行う3次元建設機械制御システムを構築した。最終的には無線遠隔によってGPSやカメラを搭載した重機の運転を行う無人化施工システムを開発し、人間が立ち入れない危険な作業現場に適用した。

第5章では、「GPS を用いた盛土締固め管理システムの実用化、高度化」における5つの課題と、より広範囲の現場適用のための、「GPS の利活用、高性能化の検討」における2課題に関して論じている。具体的には、第4章で開発したシステムを現場に適用することで、さらに盛土締固め管理システムの実用化・高度化を目指し、締固め管理手法における品質管理基準値を明確化し、盛土層厚管理のためのデータ処理法や沈

氏名	村田 暁 昭
----	--------

下計測による盛土品質評価法を構築し、規定転圧回数の合理的な更新方法や山間部における適用性向上に対する提案を行った。また、より広範囲の現場適用のために、GPSの利活用・高性能化の検討を行い、リアルタイムGPS測位の新たな精度向上策と、総延長400kmに及ぶ海外高速道路施工のような、広域における低信頼公的基準点利用時のGPSの有効活用手法に関しても、現場計測をベースにした新たな提案を行った。

第6章は本論文で得られた成果について要約し、情報化施工技術の今後の展望に関してまとめている。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、GPS を利用した情報化施工システムの実現場への導入にあたり、建設分野特有の様々な問題点に関し、それらを解決するための対策の検討を、実現場での施工を通して知見を蓄積しながら行ったものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1) 盛土締固め管理システムの実用化

使用者側の工夫によって GPS の精度向上が図れると考え、性能向上にかかわる検討を実施した。情報化施工技術として検討を進めてきた盛土締固め管理システムの実用化に対して、①盛土締固め管理システムの開発背景と管理基準値の明確化、②盛土層厚管理のためのデータ処理法の提案、③締固め管理システムを利用した沈下計測による盛土品質評価法の提案、④規定転圧回数の合理的な更新方法の提案、⑤締固め管理システムの山間部における適用性向上に関する提案を行ない、管理システムの実用化を図った。

2) リアルタイム GPS 測位の新たな精度向上策に関する提案

情報化施工のさらなる効率アップや、海工事等における従来の光波測量技術への問題を解決するため、リアルタイム GPS の高度化（長距離での高精度化）の可能性を実験的に検証した。FKP 方式ネットワーク型リアルタイム GPS における計測範囲限定の基準点網再構築、および複数の固定局の同時利用の RTK-GPS 方式 (Multi Baseline RTK-GPS) による性能向上への効果を実験的に検討した。その結果、FKP 方式ネットワーク型 RTK-GPS の利用により、標準偏差水平 1cm、標高 2cm の精度で計測できることを確認した。また、FKP の基準点網を観測域周辺に限定して構築することにより、従来よりもフィックス時間で 50%、測位精度で 20% 程度の性能向上の可能性があることが分かった。また、Multi Baseline RTK-GPS を使うことにより、1 つの固定局の測定に比べて、標準偏差で平均 25% 程度、最大で 40% の改善を確認した。

3) 海外工事における GPS の活用方法の提案

GPS の海外での適用に関して、国内で標準として適用される RTK-GPS の使用するための必須インフラとなる公的基準点が整っていないことが多い。一方で、海外工事では施工範囲が広い大規模な土工事を伴うことが多いため、施工管理に GPS の活用が強く望まれる傾向にある。このギャップを埋める具体的方策として、アルジェリア東西高速工事における IT 導入検討を行い、①広域における低信頼公的基準点の取扱いと現場運用方法の検討、②長距離 RTK-GPS 測量の実情と活用方法の検討を実施した。その結果、基準点から計測点までの距離が 10km を超える場合に生じる誤差 (バラツキ) の評価を実験によって確認し、現場の測量基準点やリアルタイム性を生かす簡易測量の運用法を決定した。

以上本論文は、GPS を活用した情報化施工技術の実用化・高度化に関して、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 21 年 6 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。