

緊急災害における遠隔ロボットを活用した地質調査システムの開発

(株)フジタ 土木本部	正会員	茶山和博
(株)フジタ 技術センター	正会員	岡野幹雄
川崎地質(株)事業本部	正会員	○菅野孝美
川崎地質(株)技術本部	正会員	黛 廣志
(株)テムザック 研究所		馬場勝之
(株)テムザック 事業戦略部		藤田志朗

1. はじめに

近年、国内外においても地震、火山活動及び集中豪雨などによる大規模土砂災害が頻発しており、これらの緊急災害における地質調査手法の研究、開発は、迅速かつ安全な災害復旧、被害拡大防止を行う上で重要な課題である。記憶に新しい新潟県中越地震では、山間地での大規模かつ広範囲に発生した土砂災害における復興、復旧のための道路の確保が課題となった。さらに、復旧工法の検討に際し、航空機による航測レーザー測量や空中写真撮影及び多くの専門技術者チームによる現地調査が行われた。しかし、被災地における現地調査においては、余震や不安定化した斜面の再崩壊や土石流などの二次災害の危険性が高く、技術者や作業員の安全確保が困難であり、遠隔ロボットを活用した調査・計測の無人化施工の研究開発は、初動における安全な情報収集を効率的に行う上で有意義である。被災状況を迅速かつ直接的に調査し、これらの調査結果に基づいて復旧工法を検討していく事が重要である。本研究開発では、地震、火山及び集中豪雨などによる災害発生危険地域における緊急地質調査システムとして、双腕型遠隔操縦ロボットに装着可能な各種地質調査試験装置の研究開発を行っているところであり、本論ではその一部として、遠隔操縦用に研究開発した自動ポータブルコーン貫入試験装置を使った調査試験結果とその成果について述べる。

2. 研究開発及び現場実験の概要

本研究開発においては、地盤調査に適用・実施されている各種地質調査法の中から、緊急災害時に有用かつ双腕型遠隔操縦ロボットに装着可能な試験器具として、ポータブルコーン貫入試験、簡易動的コーン貫入試験、EM探査(electromagnetic-method)を検討し、遠隔操作による調査法の対象として選定した。その中から、災害発生初動における危険度判定、災害復旧・救助活動に必要な重機やベースマシンの走行経路計画、トラフィカビリティの定量的評価を先行させるという観点から、比較的浅い深度の地盤調査の自動化として遠隔操縦ロボットに装着可能な自動ポータブルコーン貫入試験装置の試作を行った（図-1）。



図-1. ロボットに装着した自動ポータブル貫入試験装置

さらに、試作した自動ポータブルコーン貫入試験装置の有効性の確認試験として、通常的人力試験とロボット遠隔操縦によるポータブルコーン貫入試験を行った。試験を実施した地盤は、まさ土を材料とする人工地盤とし、掘削深さ 1m のピットに充填しただけの状態の地盤(CASE-1)、突き固めによる締固めを行った地盤(CASE-2)、散水しさらによく締固めた状態(CASE-3)の 3 種類の地盤である。ポータブルコーン貫入試験は通常の有人作業及びロボットによる遠隔操縦を各々 3 回ずつ実施した。測定状況を図-2に示す。

キーワード 緊急地質調査、ロボット、自動化

連絡先 〒108-8337 東京都港区三田2-11-15 川崎地質株式会社 事業本部 防災・設計部 TEL03-5445-2082

3. 現場実験結果

現場実験では、締め固めにより地盤強度の違う3ケースの地盤について、通常の人力による試験と自動化したロボットによる試験を行い、これらの実験結果を比較した（図-3）。

その結果、人力によるものと自動によるものでは、傾向としては同様に傾向を示すものの、人力によるものでは、貫入力及び貫入速度にむらがあるため、測定値にばらつきが生じ、再現性も自動によるものに比べて悪い結果が得られた。また、表-1に、人力による試験結果とロボットによる試験結果の比較を示した。

4. 今後の展望及び課題



ロボット遠隔操縦による自動化ポータブルコーン貫入試験状況 有人による通常の試験状況
図-2. 自動ポータブルコーン貫入試験装置による現場実験状況

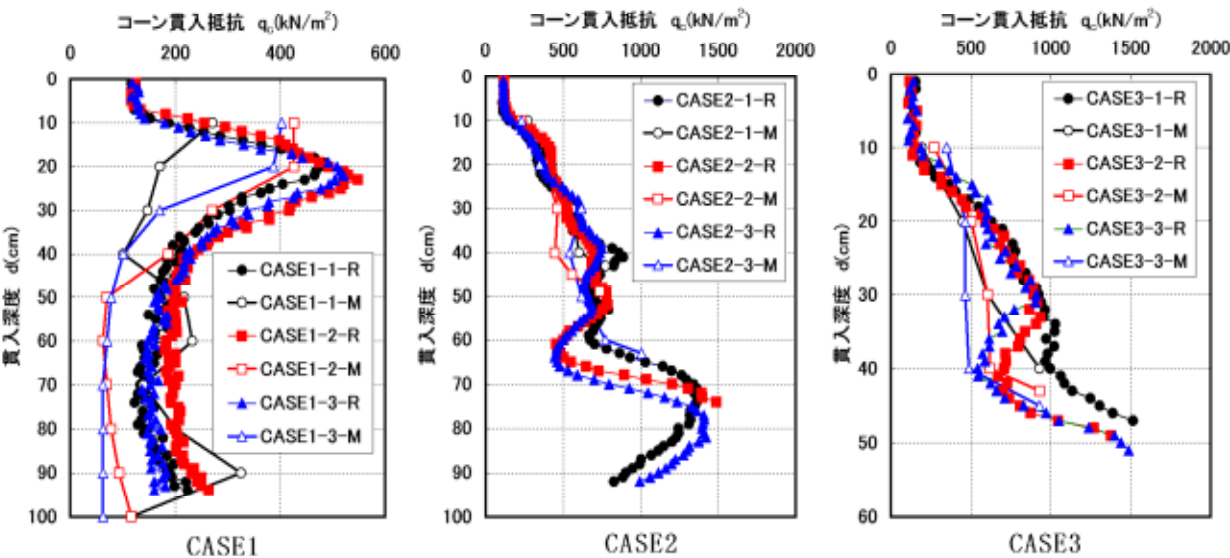


図-3. 人力及びロボットによるポータブルコーン貫入試験結果のまとめ

今回の研究開発では、遠隔操縦ロボットに装着可能な自動ポータブルコーン貫入試験システムを試作し、表層付近の地盤強度及びトラフィカビリティの把握に有利であることを示した。遠隔操縦による現時点の構造では、ロッドの継ぎ足しができないため、深層部の調査ができない問題も残されている。今後、硬質地盤や地すべりなど深層部の地質調査にも適用でき、かつロボットに装着できる簡易動的コーン貫入試験やE M探査装置を研究開発し、さらに実用化に向けてGPSやIT技術を組み合わせた緊急災害地質調査総合システムを確立していきたい。

5. おわりに

本研究開発は、（財）先端建設技術センターの平成16年度研究開発助成を受けて実施したものであり、関係者各位に深謝致します。

表-1. 人力とロボットによる試験結果の比較

項 目	人力による試験	ロボットによる試験
測定人員	通常2名	ロボット遠隔操縦者1名
記録できるピッチ	通常10cm毎	1cm毎（任意にも可能）
測定値の記録	測定者の読み取り値を記録者が記録	自動記録し、リアルタイムでモニタリング可能
データの整理・評価	記録値をPCなどに入力しグラフ化した後評価	試験終了と同時に評価可能
測定人員	通常2名（現位置にて試験）	ロボット遠隔操縦者1名（遠隔操作）
データ再現性	経験と技能に依存するため、あまりよくない	経験と技能を問わず、個人差がないため、良好
データの精度	貫入力、貫入速度にむらがあり、データにばらつきが生じやすい	貫入力、貫入速度が一定のため、データが安定し、精度が良い