

デリー地下鉄工事における On Site Visualization の適用例

神戸大学 学生会員 楠井 彩子

神戸大学 正会員 o芥川 真一

株式会社オリエンタルコンサルタンツ 非会員 阿部 玲子

株式会社オリエンタルコンサルタンツ 非会員 泉 千年

株式会社環境総合テクノス 非会員 高橋 厚志

1. はじめに

現在、デリー地下鉄やバンガロール地下鉄の建設が日本の有償資金援助プロジェクトとして実施されている。デリー地下鉄建設においては第一期工事以降、実施機関、コンサルタント、コンストラクターが工事中の安全対策に取り組んでおり、一定の成果が上がってきている。しかしながら、依然として工事中の事故は発生しており、市街地における人的被害、周辺住民に与える影響を考慮すると安全対策の実施は喫緊の課題となっている。

近年日本では、供用中の道路斜面や工事中のトンネル断面において、データを光デバイスを用いて光の色で表示し、道路使用者や工事関係者が独自の判断で避難できるような On Site Visualization^{1),2)}とよばれる新たなシステム導入の試みが始まっており、実施例が増加しつつある。こうした日本の技術を活用し、安全対策を進めることについて、円借款事業の実施機関であるデリー地下鉄公社(Delhi Metro Rail Corporation)から強い支援要望が出された。

本論文は、2010年3月から9月にかけて実施した「デリー高速輸送システム建設事業フェーズ2」の地下鉄建設工事現場における On Site Visualization の試験的適用³⁾の概要とその成果を紹介するものである。

2. On Site Visualization について

On Site Visualization(以下 OSV)とは、観測結果を判断プロセスを経由することなくその場で色で表示するシステムである。従来の観測手法と比較して時間的な遅れはほとんどなく、確実に情報を伝えることが可能となり、管理面においても効率性・経済性の面で優れて

いる。

OSV の概念に基づくモニタリングを実施するためのツールとしては図-1 のような装置が挙げられる。変位を色で表わす変位計(Light Emitting Deformation Sensor, 省略して LEDS)に加え、既存の計測装置(ひずみゲージ, 差動トランス型の計測装置)に視覚的アウトプット機能を付加した光るコンバーター(Light Emitting Converter, 省略して LEC), そしてその直進性, 反射特性を合理的に利用した直接的返変状表示方法であるレーザー光線の利用等がある。

これらの視覚的アウトプット機能を有するツールを用いて実施する OSV によるモニタリングの大きな特徴として、「そこにいる人々」, すなわち現場の作業員や周辺住民が、「安全度」を、「その場で確認」できるということが挙げられる。つまり OSV を手法として用いることで、リアルタイムな表示が現場において行われるので、発生する光の色に対するアクションプランを定めておけば、危険を避ける迅速な行動が可能となる。2006 年以降、様々な室内シミュレーション実験、および現場試行が展開されている。

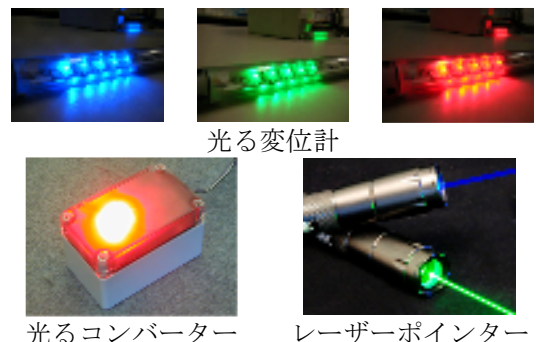


図-1 光る計測装置

キーワード On Site Visualization, monitoring system, open cut, Delhi Metro

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲大町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 TEL078-803-6015

3. デリー地下鉄プロジェクトにおける適用

計測開始時期と合わせて検討した結果、掘削深度が10m以上と深く、掘削に伴い地盤が動いた場合、現場作業員や周辺建物住民の安全を脅かす恐れのある、AIIMS駅の南西部出入り口における山留め掘削工事現場が選定された。

発展途上国の建設現場における計測管理は、入手できる計測器の限界、限られた工事予算、プロジェクトとして計測管理に取り組みの不足等、日本国内に比べ十分に機能しているとは言い難い。その結果、現場計測管理を安全管理に結び付ける概念がなく、現場作業員、作業員ともに計測結果、計測管理値を知らないままに作業を続けている場合が見受けられる。本適用例では施工中の作業員、住民の安全確認という観点から、OSVシステムを用いた計測、安全度の現地表示に取り組んだ。また、作業員や住民が、危険度(「要注意」、「現場から離れる」等)を簡単に識別できる色、主に5色を用いての表示とした。

計測には、LED、既存の計測器(変位計、ひずみゲージ計、傾斜計)にLECを接続したもの、レーザーポインターを掘削中の山留め壁(親杭)の水平変位、傾斜変化、山留めサポート(切梁)の軸力、山留め背面の住民建物との境界壁の傾斜等計20か所の計測に用いた。



図-2 AIIMS 駅に設置した光る計測機器

4. アンケート調査及びセミナーの実施

約1カ月の計測を実施した後、安全意識とOSVシステムについてCRRI(Central Road Research Institute)の協力により、現場作業員、周辺住民・通行人、現場管理者・施工業者の現場指揮者の3パターンにわけてアンケート調査を行った。アンケート結果から、掘削山留め、切梁・腹起こし、周辺建物の挙動が、正常な状態かどうか、常に現場監督員、作業員の目に届くように

なり、さらに日々の安全管理の手順の中に、「光デバイス計測の色の確認義務」を盛り込むことで、現場作業員においては、安全意識の向上及び、現場環境の改善に寄与しているという結果をえられた。また周辺住民等に関しては、現場の安全性に関する情報開示の有用性を確認した。

5. おわりに

工事現場における様々な情報を、「光の色という見える情報」に置き換えて原位置に表示することは安全管理上重要な意味を持つ。日本で適用を進めてきた成果を踏まえて、海外での初めての施行をインドで実施した。日中40度代後半という過酷な環境の現場であったが、最終的にはすべての計測機器が正常に稼働し、変位、軸力、傾斜を光の色によって現場で確認することが可能となった。

現場の状況を光の色によって表示することで、情報を現場関係者だけではなく、一般市民にもリアルタイムで共有するというのはデリー地下鉄工事現場において、初めての試みであった。しかし安全管理活動を行うことで計測の目的、表示色の意味、光の色が変化したときの対応等が定着していき、施主、施工担当者、労働者のそれぞれが「今までになかった新しいモニタリング技術により安心して作業ができた」と評価を得た。

今回の成果をもとに、今後の課題として情報開示の在り方や、運用ルール等、OSVを用いた安全管理のあり片について検討し、社会基盤施設の維持管理、自然災害に対する対策等他の現場での適用を検討していきたい。

参考文献

- 1) Akutagawa, S. : Light emitting deformation sensor and its application to geotechnical problems, Proceedings of EIT-JSCE Joint International Symposium 2009, pp.1-4, 2009.9.
- 2) Akutagawa, S., Mori, S., Kusui, A. and Nomura, M. : New concept for rock structure monitoring by light emitting sensors, pp.347-356, Proceedings of 2009 Korea-Japan Joint Symposium on Rock Engineering, 2009.
- 3) JICA, Oriental Consulting, Special assistance for project implementation (SAPI) Applying the monitoring method by On Site Visualization at Delhi Metro construction sites, Final Report, 2010.