

| | |
|------------|--|
| 氏名 | 阿部 玲子 ^{あべ れいこ} |
| 授与学位 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 理工博甲第625号 |
| 学位授与年月日 | 平成26年3月17日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条1項 |
| 研究科, 専攻の名称 | 理工学研究科(博士後期課程)システム設計工学系専攻 |
| 学位論文題目 | Research for improvement of environmental management efficiency in case of dust monitoring in developing country |
| 論文審査委員 | 主査 山口大学 教授 進士 正人 山口大学 教授 三浦 房紀 山口大学 教授 清水 則一 山口大学 准教授 榊原 弘之 山口大学 准教授 山本 浩一 |

【学位論文内容の要旨】

At the construction site, dust emitted due to construction has been a serious problem for the health and environment. Since the impairment of lung function by dust pollution had become an unignorable issue after 1980's in Japan, the use of powered air-purifying respirators and a regular dust measurement by digital dust indicator (DDI) have been obligated by law at construction site.

On the other hand, there is not enough awareness for health care at construction sites in developing countries in spite of a high demand for tunnel construction. To avoid serious health hazards, such as a case in Japan, the promotion of workers health awareness and the prevalence of dust monitoring are fundamental. However dust measuring and monitoring with traditional techniques is expensive in these countries. Furthermore the current dust measuring methods contain other problems such as time consumption for data calibration due to variable monitoring conditions.

The current status is mentioned regarding the environmental specification/guide in India, one of developing countries. The specification/guide of developed countries including JAPAN is also mentioned as comparison. Actually, the specification/guide for dust control is not specified for construction work in India at present. Additionally, the environmental requirements by government/authority are in confusion. In consequence of such requirements, the environmental monitoring and control plan issued by Contractor is not effect for environmental improvement. The plan does not include the control/target value of dust concentration. The plan does not show the implementing action regarding dust control. The actual environmental condition is not improved at the construction site.

The project with dust monitoring used by mobile phone was applied at the metro construction site in India by JICA Team. The project is effect to improve the environmental condition. Especially, the actual environment management was carried out based on dust monitoring. The environmental training was carried out severally at the construction site. The above process shows the improvement of environmental management. As a key point, the transfer work is important to Client and Contractor to be continued. The work shop regarding environmental management was held against representatives of Client, Authority of Indian Gorvenment and other Indian Metro.

The most important item is to apply the environmental management system at site. After JICA project, the Contractor has applied the dust monitoring by themselves as required by Client at the construction site. The method statement for dust monitoring was issued by Contractor. Based on the measured dust concentration volume, the dust mask is applied at construction site. The instruction regarding dust measuring and dust mask has been carried out by Contractor since August 2012.

The awareness campaign is effective for environmental management for construction work. The installation of sign board, the distribution of pamphlet and the exposition training were carried out. The awareness campaign is effect for improvement of environmental management at Bangalore Metro Project.

Some of real problems were appeared in the case of the dust monitoring used by mobile phone at construction site of Bangalore Metro Project. The dust monitoring system is developed using by IP camera to solve such real problems. The process of developed monitoring system is shown in this study. As another suggestion, the dust monitoring used by IP camera will be applied at construction site. To apply the monitoring system used by IP camera, the measuring is easy handle for construction work. As the monitoring of dust concentration become standardized dust, the protection of health with dust mask will bring forward better environmental condition in developing country.

In this study, the one of process is shown for environmental improvement. For more improvement of environmental management, this study can support to establish the specification/guide as same as developed countries.

【論文審査結果の要旨】

建設作業中の工事現場において、工事に伴う浮遊粉じんは人体の健康や工事現場の環境悪化に深刻な影響を及ぼす。1980年代のわが国ではトンネル建設に携わる作業員のじん肺問題が大きな社会現象になり、それを放置した政府を相手取り数多くの訴訟が発生した。そのため、近年、建設現場における粉じん許容量に関する基準が改正されると共に、粉じん量の計測方法も定められ、施工者は管理基準を守ることが義務付けられている。しかし、発展途上国においては、まだ浮遊粉じんが人体に及ぼす影響に関する教育活動が不十分であり、粉じん計測機器自体が高価であり普及しておらず、また環境保全に関する基準そのものが未整備であり、粉じん対策を含め環境マネジメントの普及が急務となっている。

本論文は、発展途上国における建設労働環境向上を目的として、インド・バンガロールの地下鉄建設現場へスマートフォンを用いたトンネル坑内での簡易粉じん計測法を適用し、開削トンネルで坑内粉じん測定技術を利用するための工夫および適用結果から、簡易粉じん測定をより安定的に実施するために解決すべき課題および解決方法を提案したものである。さらに、その経験に基づき、発展途上国に環境マネジメント技術を普及するためには、技術の伝承だけでなく、その地に適した管理手法の提案や啓発活動が非常に重要であり、発展途上国の技術者に対する教育活動が特に重要であることを強調している。

第1章では、本研究に取り組むきっかけとなった発展途上国の建設現場における施工環境に関する全体状況を述べ、本論文の構成を示した。

第2章では、じん肺症とその原因物質の粒径との発症に関する関係、浮遊粉じんに対する環境基準について述べ、先進国である日本およびノルウェーの建設現場における粉じん対策に対する取り組み状況を調査し、発展途上国の現況と比較検討している。特に先進国における建設現場における環境のスペックとの比較や発生粉じんの濃度基準、粉じん対策について示している。

第3章では、インド・バンガロール地下鉄建設プロジェクトにおいて、スマートフォンを用いたトンネル坑内用簡易粉じん計測法を地下鉄建設のための開削工事に適用した事例について述べている。まず、開削現場への適用にあたり、可搬の計測暗箱を試作、検討し、開削現場における粉じん計測手法を確立した。そして、計測結果を用いて作業員教育や教育効果確認のためのアンケート調査を行った。それらの活動の結果、作業員自身が粉じんが原因物質となる労働災害の存在を知り、災害を防止するためにマスクをすることの重要性を理解してきた。これらのことから、発展途上国では、まず、現地の技術者に問題点を理解させ、技術者自身や医師から粉じんを吸引することの問題点を作業員に教育することが重要であること述べている。

第4章では、まずトンネル開削現場で粉じん計測を適用した際に明らかとなった技術的な問題点を取り上げ、それら問題点を解決するための要因を分析した。そして、より安定的で汎用性の高い粉じん濃度計測法としてスマートフォンのビデオ機能やネットワークカメラを用いた動画像を基本とする粉じん濃度計測方法とそのための画像処理方法を考案し、室内実験による適用結果を述べている。加えて、トンネル坑内にも配備されつつある無線LANを使ったネットワークカメラによる定点粉じん測定システムの適用方法を提案している。

第5章では、発展途上国における環境マネジメント全体に対する改善と提案を述べている。これまで取り上げた粉じん計測技術の経験から、その普及のためには、まず関係機関のトップに対するプロジェクトの説明と同時に、ワークショップや現場見学を通じた現場技術者への技術の普及が重要であること、また、文字を理解できない現場作業員に対しては、現場技術者を通じて色やサインで危険を知らせる教育活動が重要であることを述べている。その結果、粉じん計測プロジェクトでは、施工業者自らが作業員教育に力を入れ始めたことを述べている。これらの調査や検証結果を踏まえて、発展途上国の建設現場における環境向上に向けてのガイドラインの制定の提案を合わせて行っている。

本研究の成果は、今後高い経済成長が見込まれ社会インフラの整備が急務である発展途上国において、日本の先進的な環境マネジメント技術をどのように適応すればよいかをエンジニアとして取り組んだ成果を取りまとめたものであり、これらの成果は発展途上国に対するわが国の高度な環境・建設技術を通じた国際貢献といえよう。

公聴会では、学内外から40名を超える参加者があり、①第4章で述べた粉じん画像処理に関するしきい値の設定方法、②開削工事現場におけるネットワークカメラによる粉じん測定の実施法、③粉じんを吸引することへの危険性に関して作業員がどこまで認識しているかに関する見解、④地下鉄プロジェクトと今回の粉じん測定に関するプロジェクトの予算および今後の技術普及に対する資金面に関する見解、⑤粉じん測定をより簡易に実施する方法に関する考え方など、研究全般に関する実務的な質問があり、いずれに対しても発表者から適切に回答がなされた。

以上より、本論文は、発展途上国の工事現場の環境問題の具体的な解決方法として、多くの知見を与えるとともに学術上極めて重要な研究であり、独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分に値するものと判断した。