

早期地震防災システムの開発と現場への適用

Development of Early Earthquake Disaster Prevention System and its Applications for Construction Sites

高瀬 裕也^{*1}

Yuya Takase

那仁 満都拉^{*1}

Naramandora

松本 泰孝^{*2}

Yasutaka Matsumoto

池田 隆明^{*1}

Takaaki Ikeda

渡邊 康之^{*2}

Yasuyuki Watanabe

前田 智広^{*2}

Tomohiro Maeda

【要旨】

地震多発国である日本において、地震被害の低減を図ることは極めて重要である。本研究では、建設工事現場の安全管理に寄与することを目的として、緊急地震速報を利用した「早期地震防災システム」を開発した。このシステムは、各工事現場の様々な状況に応じて最適な伝達機器システムを構築できるよう、フレキシブル機器選定方式を採用し、加えて緊急地震速報を効率的に利用するため、「早期地震防災システム運用マニュアル」を各工事現場ごとに作成し、これに則り運用するようにしている。さらに本システムを既に2つの工事現場に導入した。ひとつは近隣が住宅に囲われた給水所の改築工事現場であり、もう一方は電気・通信回線の利便性の悪い地盤改良の工事現場である。本稿では、本システムと現場への適用状況について報告する。

【キーワード】 緊急地震速報 安全施工 地域防災 地震被害

1. はじめに

地震多発国である日本では、これまでに幾度となく大きな地震被害を受けてきた。地震被害が起こる度に、これらを教訓として地震被害の低減化を図る技術が進歩してきた。この地震被害を低減する技術は、以下の2つに大別できると考えられる。一方は、物理的に耐震性能を高める方法や、設備的に地震入力や地震応答を小さくするなどの直接的な方法であり、もう一方は平常時における防災訓練の実施や、地震発生後の安全管理体制を予め整えておくなどの言わば間接的な方法である。

この後者に部類される技術のひとつとして、近年、緊急地震速報のサービスが開始された¹⁾。地震発生直後に地震の最大震度とS波の到達時間を予測する緊急地震速報は、大きな揺れの到達前に地震の発生を知ることができるので、建設工事現場の地震防災に寄与すると考えられる。

緊急地震速報を工事現場に導入するには、電気・通信回線の利用の可否など、幾つかの条件を満たす必要があるが、これらは工事現場ごとに様々である。また、たとえS波の到達前に警報器が作動しても、直に安全な行動

ができず緊急地震速報の効果が発揮されなかったという事例も報告されている²⁾。

以上に述べた背景により著者らは、緊急地震速報を地震防災に役立てる際には以下の3点が重要であると考えた。即ち、1) 工事現場までの情報伝達、2) 工事現場内での情報伝達、3) 地震時の安全行動の徹底(教育・訓練等)、である。

上記を踏まえ本研究では、現場の多様性に応じて緊急地震速報を導入できるフレキシブル機器選定方式を確立し、さらに緊急地震速報を有効活用するため、各工事現場専用の運用マニュアルを作成して導入することにした。これらを総称して「早期地震防災システム」と名称する。

本報告では、「早期地震防災システム」の概要を述べ、本システムを導入した工事現場の中から、特徴的な2例を取り上げ、それらの適用事例について報告する。

2. 早期地震防災システムの概要

緊急地震速報を利用して、工事現場の地震防災に役立てるためには、それぞれの工事現場の経済性と環境のニーズに応えた伝達機器システムを導入し、そして警報時

に全職員が的確な安全行動を取ることが重要である。本節では、本研究で開発した早期地震防災システムについて概説する。

2.1 伝達機器システムの導入

表-1にフレキシブル伝達機器選定方式の選択例を示す。

現場に緊急地震速報を導入するには、インターネットを通じて気象庁が発する情報を現場に伝達し、さらにこれを作業員に報せるための各種警報器を要する。本システムでは表-1に記すように、①緊急地震速報の配信業者、②工事現場までの通信方法、③場内の通信方式、そして④警報機器に複数の選択肢を設けてある。

上記①の配信業者は、それぞれによってサービスの内容も利用価格が異なる。上記②の工事現場までの通信方法として、本システムでは3つの選択肢を設けている。最も簡易的であるのはオンライン回線を利用することであるが、工事現場によってはこれを利用できない場合もある。そのような状況においては、携帯電話によるモバイル通信、さらには携帯電話も利用できない場合には衛星通信を利用するなど、様々な条件に応じられるようなメニューを揃えている。また上記③、④のように、緊急地震速報を報せる警報機の通信方法や機器の種類についても多様なメニューを用意しており、工種や工事環境に応じて最良の警報機器を選定することができる。

以上のように、各工事現場のニーズに応じてこれらの選択肢を組み合わせてことによって、個々の工事現場に最適なシステムを構築することができる。

2.2 緊急地震速報を効率的に運用する方法

緊急地震速報を地震防災に役立てるには、これをどのように運用するかという側面が重要となる。

先の事例から分かるように、警報後に安全行動ができなければ緊急地震速報の効果はない。適切に安全行動するには、予め揺れに弱い箇所を把握し、最良の安全行動、避難路を定めておくなど、平常時から高い防災意識を持たせることが重要である。

また、内閣府を始め各自治体において、地域防災が重視されている。このような背景などから、現場近隣が住宅街で囲われる場合には、その居住者に対しても本システムを利用し、防災意識を共有できることが理想である。

そこで本システムでは、個々の工事現場の特徴に応じて各工事現場ごとに「早期地震防災システム運用マニュアル」を作成し、定期的な防災教育の実施や、緊急地震速報の発報時の安全行動や避難経路について明示している。

3. 建設現場への適用事例

表-2と表-3に本報告で取り上げる2つの工事現場の概要を、また表-4にはこれらの工事現場に導入した本システムの概要をそれぞれ記す。

本研究では、既に幾つかの工事現場本システムを導入しているが、本報告ではその中から特徴的な2つの現場を取り上げることにする。一方は給水所の改築工事現場であり、他方は地盤改良工事現場である。以下にこれらの概要を述べる。

表-1 フレキシブル伝達機器選定方式による選定例

選択①	選択②	選択③	選択④
配信業者	現場までの通信	場内の通信	警報機器*
・A社 ・B社 ・C社 ・ ・	・オンライン (市街地) ・モバイル (無回線エリア) ・衛星通信 (携帯圏外エリア)	・有線 ・無線 ・有線/無線 の混合	・表示機 ・回転灯 ・報知器 ・音声付回転灯

*表示機以外の3つの機器に固定型と携帯型の2タイプを用意

表-2 給水所改築工事現場の詳細

工事件名	小右衛門給水所2号配水池及び場内配管並びに立坑築造工事
施工場所	東京都足立区中央本町3-8
発注者	東京都水道局
施工者	飛島・戸田建設共同企業体
工期	2007/10 ~ 2009/5 (第4期)

表-3 地盤改良工事現場の詳細

工事件名	東京国際空港東側整備地区場周道路地下連絡通路他地盤改良工事
施工場所	東京都大田区羽田空港
発注者	国土交通省関東地方整備局
施工者	飛島建設
工期	2007/11 ~ 2008/9

表-4 両工事現場に導入したシステムの概要

工事名	給水所改築工事	地盤改良工事
選択①	A社	A社
選択②	オンライン	モバイル
選択③	有線	無線
選択④	固定型音声回転灯	携帯型報知器

*選択①~④は、表-1と同様である。



写真-1 様々な作業が同時に行われる工事現場の全景

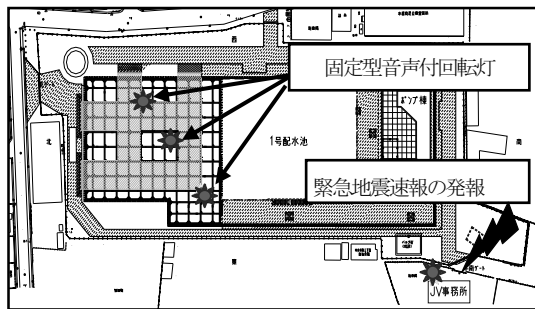


図-1 給水所改築工事現場とシステムの概要



写真-2 作業員への安全教育

3.1 給水所改築工事現場

図-1に給水所改築工事現場とシステムの概要を示す。また写真-1から写真-4に、同工事現場における全景、警報機とポスターの設置状況、作業員への防災教育、そして同工事現場とその近隣の風景をそれぞれ示す。

この現場では、約 80m×170m の敷地の中を地上(5m)と地下(10m)の工事が行われるため、写真-1からも知り得るよう作業範囲は3次元に広がる。しかも限られた範囲で複数の作業が同時に実施されるため、緊急地震速報の伝達対象を特定の工種に限定することはできず、多数の人員にしらせる必要がある。また写真-4を見ると分かるように、現場周辺は多数の住居で囲われている。現状では、本システムを地域防災に役立てるまでには至らないが、緊急地震速報の導入を近隣に周知し、少しでも地震防災意識を共有できることが望まれた。以上を踏まえ、当現場に導入したシステムの要点を以下に列記する。

- 1) 死角にならない場所に音声付回転灯を設置して、構内全域に音声と光で緊急地震速報を伝達する。
- 2) 緊急地震速報が伝達された場合の行動手順を明確にし、新規入場者教育や防災訓練などを通じて、工事関係者全員への周知と教育を徹底する。写真-2に作業員への防災教育している様子を掲げる。
- 3) 警報後の安全行動を常に意識できるよう、警報器には安全行動を明示したポスターを設置する。写真-3にこれらの設置状況を示す。
- 4) 緊急地震速報の概要と、それを当現場に導入していることが容易に理解できる看板を作成し、場外向けに設



写真-3 警報機とポスターの設置状況



写真-4 近隣が住宅で囲われている現場の風景

置する。

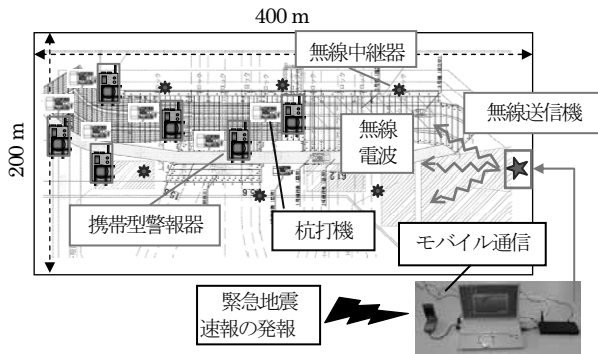


図-2 地盤改良工事現場とシステムの概要



図-3 携帯型警報器を持つ重機のオペレータ



写真-5 地盤改良工事現場の全景

3.2 地盤改良工事現場

図-2に地盤改良工事現場とシステムの概要を、図-3に携帯型端末機器のイメージを、そして写真-5に同工事現場の状況をそれぞれ示す。

当工事現場は400m×200mの広域な敷地で、電気・通信網が未整備であるため、有線を用いた一般的な緊急地震速報の導入が困難であった。また敷地内を、40mを超すロッドを有する複数の移動式の杭打機が昼夜問わず稼働している。したがって、これらのオペレーターに対し確実に緊急地震速報の警報をしらせることが、当工事現場では重要であると考えられた。これらを踏まえ、当工事現場に導入した「地震防災システム」の要点を以下に記す。

1) 緊急地震速報の受信には省電力型のノートパソコンとモバイル通信を採用する。2) 緊急地震速報は無線通信により携帯型警報器に転送し、ブザー音と赤色点滅により地震の発生を周知する。3) 緊急地震速報の伝達対象を砂杭打設機のオペレーターに限定し、工事騒音の中でも確実に伝わるよう、図-3に概念的に描いているように全てのオペレーターに携帯型警報器を持たせる。

以上のように、緊急地震速報の受信にモバイル通信を利用したり、端末に携帯型警報器を適用した事例は極めて少ないようであり、本システムの特徴が表れている。

4. まとめ

本報告では、建設現場の地震防災に寄与するために開発した「早期地震防災システム」の概要を述べ、次いで近隣が住居で困われる給水所改築工事現場と、電気・通信網が未整備であった地盤改良工事現場への適用事例を取り上げて概説した。今後、フレキシブル機器選定方式のメニューの更なる充実化によって適用可能な工事現場の範囲の拡大を図り、早期地震防災システムを地域防災へ活用できる方法について提案するなど、両側面から本システムを拡張したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 緊急地震速報について：気象庁ホームページ、<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html>
- 2) リアルタイム地震情報利用協議会：緊急地震速報講習会・展示会2008 東海予稿集、2008.12.4

Summary In Japan, which is frequently attacked by earthquakes, mitigation of earthquake damages is highly important. In this study, an early earthquake disaster prevention system that uses the Earthquake Early Warning was developed aiming to contribute to safety control in construction sites. The system uses the flexible device selection method to enable an optimum system of communication devices to be constructed depending on various conditions of construction sites. In order to efficiently use the information from the Earthquake Early Warning, a manual for operating the early earthquake disaster prevention system is to be prepared for each construction site, based on which the system is to be operated. The system has been introduced and used at two construction sites. One of the sites was where a water supply station within a residential district was improved, and the other was a site of ground stabilization in a region of poor power and communication services.

Key Words: Earthquake Early Warning, Safety Construction, Regional Disaster Prevention, Earthquake Damage