

## 地震直前の早期地震速報と地震直後の被害推定を組み合わせた統合化防災システム

神田克久（小堀鐸二研究所）

### Integrated seismic disaster prevention system of earthquake early warning and damage prediction just after earthquakes

Katsuhisa KANDA (Kobori Research Complex, Inc.)

#### 1. はじめに

大地震が発生した場合、企業にとって人的被害および施設に対する被害を最小限度に留め、復旧を速やかに行うための対策を講じる事業継続を主眼とした防災対策が求められている。事業継続のためには、平常時、地震発生直前と直後に分けて様々な方策が考えられている。ここでは、地震発生の前後でリアルタイムに活用できる統合的な防災システムについて検討を行った。地震直前については、気象庁から配信される緊急地震速報や敷地内に設置するオンサイト速報を用いることによって、危険な場所から避難を促すとともに、エレベータや生産装置の制御に使うことによって人的および設備の被害を小さくする。さらに、地震発生直後については、被害の情報を速やかに収集し、応急対策を行うためのモニタリングや被害推定システムを用いる。これらのシステムは別々ではなく統合的に運用されれば、多様な対策を迅速にかつ効率的に講じることができ、より効果的になる。以下に建設会社での適用例を紹介する。

#### 2. 緊急地震速報とオンサイト速報を組み合わせた早期地震速報

早期地震速報の利用にあたっては、如何に早く正しい情報を伝えるかが要点である。緊急地震速報については、気象庁から専用回線で情報を受け取り、情報を処理するサーバを介して全国に展開されている社内 LAN を利用して配信される。サーバでは通報を行っている社内全地点の予測震度・予測到着時刻を一括解析するようにし、システムの簡略化と高速化を行っている。震度予測に関しては、全国一律の距離減衰式と表層微地形から求めた地盤増幅率を用いて任意の地点の震度を推定する方法が一般的にはよく用いられているが、精度の問題がある。その原因は、震源のメカニズムの違いや深い地盤の複雑な減衰構造などによって、震源と観測点の位置関係によって揺れがばらつくためと考えられる。そこで、本システムでは、サイトの最寄りの地点の過去の震度データに基づいて地点ごとの震度の距離減衰式を評価し、経験的に震源ごとの補正を行うとともに、利用できる地盤情報を用いてサイトの地盤の局所的な増幅特性の違いを考慮する手法を用いている。

緊急地震速報は震源近傍の地震計を用いるので地震発生を検知するのは早いですが、震源や地震規模などを推定する処理を行って配信するまでに第 1 報でも平均 5 秒程度はかかるとともに、ユーザー側で受信し、警報を出すか否かを分析処理し、サイトへの配信するために 1~2 秒の時間が必要となる。従って震央距離 30km 以内では間に合わない場合が多く、内陸地震では役に立たない可能性がある。オンサイト速報の場合、現地に設置した地震計で到達した P 波を検知し、初動の振幅情報から主要動の震度を予想するもので、伝達や評価時間が極めて短く、確実である。オンサイト速報は、震央距離約 50km 以内では緊急地

震速報より早く発報し、震源近傍でも主要動が到達する前に機器の制御などを行うことができ、必要に応じて適宜利用している。オンサイト速報適用事例としては、2008/6/14に発生した岩手・宮城内陸地震の震源域の工事現場事務所の余震対策に利用された。本震時には緊急地震速報のシステムのみが設置されていたが、緊急地震速報は震央距離 30km 以内では間に合わなかったため有効に機能しなかった。その後余震が多発したためオンサイト警報のシステムを付加し、緊急地震速報との統合システムとした。ちなみにこのサイトでは、7/24には岩手沿岸北部の地震の際に震度 5 弱を記録したが、この地震に対しては緊急地震速報の方が早く通報され、機能した。このように統合システムでは遠地から近地の地震まで対応可能である。

### 3. 建造物の地震モニタリングと被害推定システム

緊急地震速報やオンサイト速報を設置しても、地震被害は低減できても完全に防ぐことはできない。想定を超える大きな地震が発生した場合は、事前に発生する被害を想定するとともに、地震が発生してしまった場合は被害個所を早期に把握し、応急対策をすることが重要である。重要な建造物や応急対策の拠点となる施設（本支店）には地震計などのセンサを何箇所か設置し、実際の建物の揺れをリアルタイムに取得できるようにしている。このような建物については、既存の観測記録から剛性をチューニングした質点系の動的応答解析モデルを予め作成しておき、地震計の設置してない階や部位の応答を推定できるようにし、被害個所を精度よく推定できるようにしている。これらの解析結果は自動的にイントラにアップロードされ、現地に行かなくても被害の程度を知ることができる。さらに、地震計が設置されていない営業所などの建物については、気象庁から発表される震度情報に基づいて地盤増幅率を用いた震度分布の面的な補間を行い、各地点の震度を求め、予め設定した震度の建物脆弱性を用いて被害の程度の簡易評価を行う。各工事現場についてもその地点の震度情報をイントラで取得できるようにしており、復旧や調査の対応優先度の判断の参考にしてもらっている。これによって地震後直後の段階において社員の人的資源を有効に使えるようにする。これらのシステムは GIS を用いて社内の施設や施工データベースと防災システムが有機的に結びつけた社内イントラに構築されたプラットフォーム上にあり、社員ならばだれでも利用できるようになっている。

### 4. 平常時の活用

これらの防災システムは地震時しか利用できないと、次第に忘れ去られ、いざという時に使えるものにならない。そこで、平常時には啓蒙活動や訓練などに使ってもらうことが重要である。地震時の震度情報をシナリオ地震のものに置き換えて、毎年行われる震災訓練に使っている。毎年 9 月には緊急地震速報を実際の地震と同じように発報させ、訓練を行っている。また、シナリオ地震の震度分布に対して社員に自宅の簡易耐震診断を行ってもらい、その分析データを用いた夜間における社員の被害想定を行うなど事業継続のためのシミュレーションに用いている。ただし、個人情報については地域や支店単位の統計データとしてのみ活用している。