

# 広島市地震情報ネットワークシステムについて

## The Seismic Disaster Information System for Hiroshima City

佐々木 康<sup>1</sup>、小西 宏之<sup>2</sup>、古川 智<sup>3</sup>、○久保田博章<sup>4</sup>、渡辺 修士<sup>5</sup>

Yasushi SASAKI, Hiroyuki KONISHI, Satoshi FURUKAWA,  
Hiroaki KUBOTA and Syuuji WATANABE

- 1 広島大学 工学部 第四類 教授  
Prof., Dept. of Civil and Environmental Engineering, Hiroshima Univ.
- 2 広島市消防局 防災部 防災課  
Chief Engineer, Hiroshima City Fire Services Bureau
- 3 中電技術コンサルタント(株) 原子力部  
Chief Engineer, Chuden Engineering Consultants Co.
- 4 中電技術コンサルタント(株) 情報事業部  
Chief Engineer, Chuden Engineering Consultants Co.
- 5 中電技術コンサルタント(株) 臨海・都市部  
Chief Engineer, Chuden Engineering Consultants Co.

Hiroshima City begins to operate "Real Time Disaster Information System". This system equips 8 seismic monitor and 3 porewater pressure gauge and 1 depth 3 in-soil seismic gauge at vertical array observation point. In order to predict earthquake disaster level, this system analyzes measurement data, which are submitted from these instruments and establish best disaster support method. In this paper, we will explain system outline.

**Key Words:** Disaster estimation, Disaster information management, Soil condition database, Strong motion instrumentation

### 1. はじめに

兵庫県南部地震以降、広島市では大地震に備えるため平成7年から平成9年にかけて被害想定調査を実施し<sup>1)</sup>、災害に強いまちづくりプランを策定した。このプランでは、災害に強いまちにするためには各種施設の構造を補強するとともに、地震発生後の救援、被害の拡大防止を円滑に行うための準備が必要であると指摘している。これを受け、リアルタイムに被害状況を把握する広島市地震情報ネットワークシステムの構築が技術検討委員会により進められている。

本システムは、地震発生後の初動体制決定のための情報提供を目的とし、広島市内8箇所に設置した地震観測機器から得られる情報をリアルタイムで活用し、あらかじめ整理しておいた地盤構造や都市構造に関する地域の特徴を反映する情報を用いて、被害規模や被害分布を推定するものである。その推定結果は、災害対策活動を支援する情報に加工・集約され、災害対策本部及び関係部局に配信される。昨年度までに地震動の観測と液状化や斜面崩壊等の地盤被害に関する推定機能が完成している。

本報告では、システムの全体構成と昨年度までに完成した機能について紹介するものである。

### 2. 広島市周辺の地震環境

#### 2.1 広島市域の拡大と災害ポテンシャル

広島市は瀬戸内海に注ぐ太田川の河口デルタの上に発展してきた。さらに近年の都市域への人口集中の結果、現在110万人強の人口を擁し、その居住地を主体に太田川デルタ背後の丘陵地や河谷沿いの低地に広く市街化

区域が拡大している(図1)。

旧市街地は藩政時代の干拓、明治以降の埋立て<sup>2)</sup>により造成された満潮位以下のゼロメートル地帯であり、かつ地震時の地盤液状化の可能性も大きい。さらにデルタ内を流れる6本の派川は延焼分断帯としての機能は期待されるものの円滑な避難を妨げる要素でもある。

また、デルタ背後の丘陵地等には、市全体の住居専用地域面積約5,400haの93.5%にも及ぶ住宅地が広がっている。その地盤は、花崗岩の風化したまさ土を用いて切り盛り土工によって造成されたものであり、近傍には沢や斜面が迫っていて地震時の斜面災害の可能性がことや、アクセス道路が甚大な損害を受ければ救援活動に支障を来すおそれのあることも忘れてはならない。



図1 広島市域の拡大

## 2.2 広島市域周辺の地震活動

広島市域に影響を及ぼすと考えられる地震は、海溝型の地震と内陸活断層型の地震に大別でき、海溝型の地震は更にプレート境界型の地震とプレート先端型の地震に分けられる(表 1)。

表 1 広島市に影響を及ぼす地震

分類	震源域
海溝型	プレート境界型:南海トラフ
	プレート先端型:安芸灘-伊予灘
内陸活断層型	己斐断層、五日市断層、小方-小瀬断層、中央構造線、岩国断層

プレート境界型の地震の代表的なものは南海トラフで起こる再来頻度が高く地震規模の大きなものであるが、震央距離が長い広島市域への影響は大きくない。プレート先端型に分類される地震は安芸灘-伊予灘周辺で発生するM=7クラスの比較的地震規模の小さい地震である。この地震のマグニチュードは大きくないものの震央距離が短いために広島市域への影響は大きい。過去にも、表 2に示すように1649年、1686年、1857年、1905年の地震被害が発生したことが記録<sup>3)</sup>に残されており、再来頻度も比較的高い。

表 2 安芸灘-伊予灘周辺で起こった過去の地震と広島市域への影響

発生年月日	M	主な被害
1649.3.17	7.1	侍屋敷、町屋の破損
1686.1.4	7.0	広島県西部で被害大
1857.10.12	6.4	家屋の損傷や死者有
1905.6.2	7 1/4	全壊家屋36、半壊家屋20、死者4、負傷者70

一方広島市域に影響すると考えられる内陸活断層型の地震を引き起こす断層は、表 1に示すものが挙げられる。このうち1996年に広島市が実施した活断層調査結果<sup>4)</sup>によれば、己斐断層は約1000年前頃に活動した痕跡が残されていることから、再来頻度は低い潜在的な危険性を持っているものと判断されている。

## 3. システムの全体構成

### 3.1 システムの全体構成

災害対策本部本システムは地震発生直後に広島市消防局の初動体制の確立支援を主な目的とするものである。地震による被害を軽減するため地震発生から実際の被害情報が集まってくるまでの「情報の空白域」を埋め、被害予測に基づいた災害初動体制を確立するため被害状況(一次推定)を地震発生3分以内に提供し、さらに被害情報を収集する重点地区、災害活動部隊の重点配備、避難所の開設など現場活動の迅速な体制作りなどの判断を速やかに行うための情報(二次推定)を地震発生20分以内に提供する(図 2)。

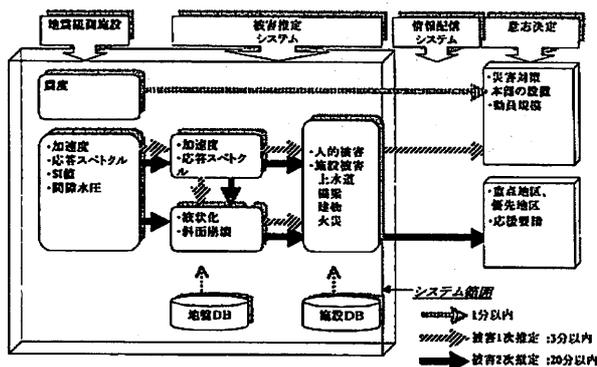


図 2 システム全体構成

これらの時間的制約条件を達成するために必要なシステムの全体構成を、兵庫県南部地震の経験、広島市域の災害ポテンシャル、広島周辺の地震活動度などを元に検討した。提供する情報は人的被害及び消防活動の支障となる施設被害並びにその根拠となる施設被害である(表 3)。短時間内での実際の被害実態調査は困難であるので、提供する被害状況は、地震動とこれを用いて推定した地盤被害から推定することとした。

表 3 被害推定項目

地震動	地盤被害	人的・施設被害
最大加速度	液状化 斜面崩壊	—
SI値	—	上水道、橋梁
速度応答スペクトル	—	建物、火災、人的

### 3.2 システムの信頼性

本システムは、広島市消防局をメインセンターとし、メインセンターに不測の事態が発生した場合にも、システムが正常に機能するようバックアップセンターを設置している。計測震度計等の地震観測機器は、メインセンターとバックアップセンターの両方に観測したデータを送信し、両センターでは、それぞれ独立したシステムでデータを処理している。また、地震観測機器からセンターまでの通信回線は、一般公衆回線と無線系で二重化し、通信回線の輻輳や通信回線の途絶に備えている。システム全体の機能が二重化されていることから、センター設備の損傷や一部機器の障害が発生した場合にも、システムの信頼性は確保できる構成となっている。

将来的には信頼性を更に向上させるために、重要拠点間の通信回線を防災行政無線に移行することを予定している。

図 3にシステムの機器構成を示す。

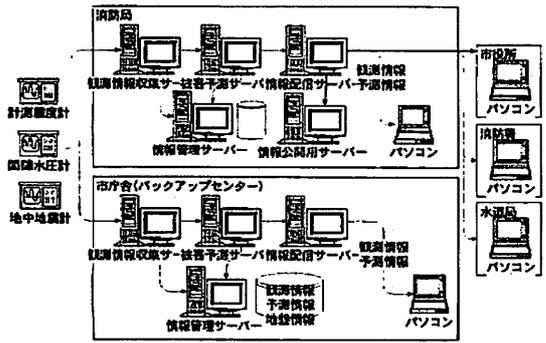


図 3 システムの機器構成

#### 4. システムの機能

##### 4.1 地盤情報データベース

地盤の地震応答計算や液状化判定では地盤構成の設定が必要である。本システムでは、広域的な範囲を限られた時間内に被害推定を行うために、計算対象地域をいくつかの小領域に細分し、それぞれの小領域ごとに地盤構造をモデル化し、その集合を地域全体の地盤構造モデルとして設定している。

地盤情報データベースは、広島市域の地盤モデルを設定するために、既存ボーリングデータ、地盤標高を記載した下水道マンホールのデータ等を収集・蓄積し、断面図の作成や物性値及び基盤深度等の広域的な分布を分析することにより構築した。収集したボーリングデータの総数は、広島県地盤図からの引用、新交通システム地盤調査結果などが主体で低地部を中心に約6,500本にのぼる。

設定した地盤モデルの設定例を図 4 に、ボーリングの入力位置を図 5 に示す。

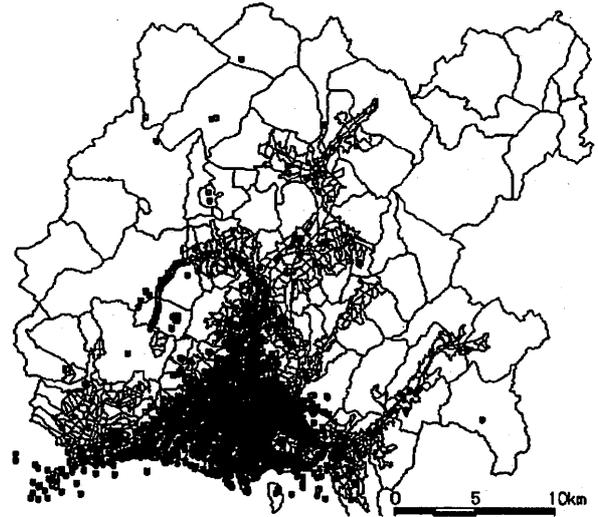


図 5 ボーリング入力位置

##### 4.2 観測情報収集システム

地震動を観測する地点は市内各区に一つずつ計8地点に配置した(図 6)。消防航空隊基地ではデルタ沖積層での地震動増幅特性の把握を目的とする地中3深度での観測を含む鉛直アレーとした。また、消防航空隊基地、矢野新町公園及び美の里公園の3観測地点では間隙水圧計も埋設している。

計測震度計は、計測震度、速度応答スペクトル及びSI値への変換機能を有しており、加速度記録の時刻歴、間隙水圧の時刻歴とともに通信回線を介してセンターに伝送される。

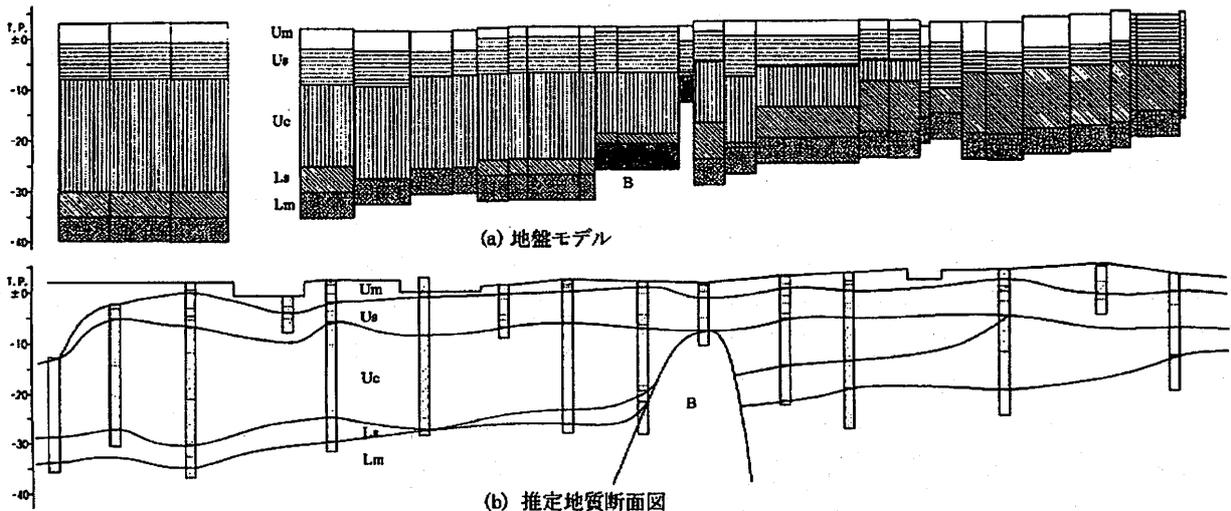


図 4 地質断面図と地盤モデルの対比

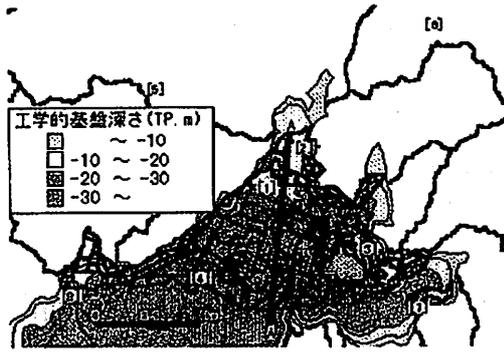


図 6 地震動の観測地点とデルタの工学的基盤深さ

表4 各観測点の地盤条件

No.	観測場所	強震計 深度(m)	間隙 水圧計	工学基盤 深度(m)
①	広瀬北公園	GL±0	—	GL-27.0
②	牛田浄水場	GL±0	—	GL- 4.0
③	環境局南工場	GL±0	—	GL-17.0
④	消防航空隊 基地	GL±0,-8, -21,-36	GL-5.8	GL-34.3
⑤	広島広域公園	GL±0	—	GL-2.0
⑥	広島市防災 センター	GL±0	—	GL-5.0
⑦	矢野新町公園	GL±0	GL-4.8	GL-33.0
⑧	美の里公園	GL±0	GL-3.3	GL-44.5

### 4.3 被害推定システム

本システムでは、8カ所の観測地点で実測した地震動をもとに市域全域の地震動を推定し、これを用いて被害状況を推定している。観測地点の地表面で計測された地震動を一次推定では応答倍率によって、二次推定では応答計算によって工学的基盤面深さにおける地震動を求める。(図 7)

次に、空間補間によって各推定地点の基盤面における地震動の値を求め、各地点の応答倍率を用いて推定地点の地表の地震動を設定する。空間補間の方法として、濱田ら<sup>5)</sup>の提案する予測システムでも用いている塩野ら<sup>6)</sup>が提案するコンターマップ作成法を用いた。この方法は対象地域を格子に分割し観測点の実測値を含むなめらかな曲面を設定し、この曲面より格子点の値を補間するものである。ここでは、3.5km四方の格子を採用した。

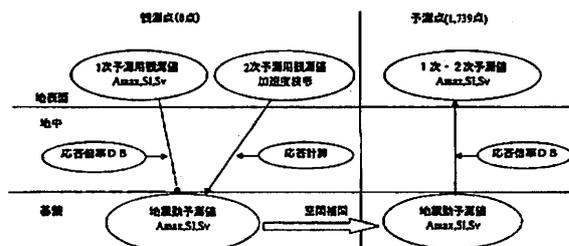


図 7 観測値から地震動分布を推定する方法

### 4.4 情報配信システム

被害推定の結果は、計測震度が確定した後、表 3に示す予測項目について3分以内(一次推定)及び20分以内(二次推定)に、消防局、市庁舎、消防署、区役所、大学に設置したパソコンに表示される。図 8に震度表示の画面を示す。

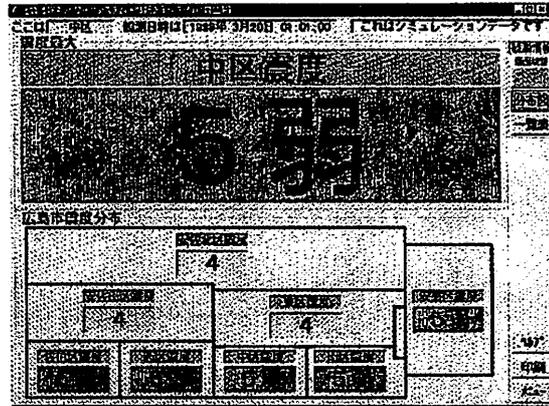


図 8 震度表示の画面例

### 5. まとめ

現在運用を開始しているのは、地盤被害を中心とした推定項目に限られるが、今後人的・物的被害予測項目についての追加を予定しており、改めて報告したい。

また、今後観測された地震を用いてシステムの検証及び改善を進める予定である。

システム整備に当たり予算措置を補助いただいた科学技術庁、システム内容の技術検討に協力いただいた検討委員の方々、地盤モデル設定に当たりボーリングデータを提供いただいた関連機関、並びに観測施設の設置に当たり協力いただいた地元関係者の方々に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 広島市消防局(1997): 広島市大規模地震被害想定調査報告書
- 2) 網干寿夫(1991): 広島市の埋立て史、土と基礎、vol.39, No.1, pp. 46-50
- 3) 宇佐美龍夫(1987): 新編日本被害地震総覧、東京大学出版会
- 4) 広島市消防局(1996): 己斐断層他箇所活断層調査報告書
- 5) 濱田 禎、杉田 秀樹、金子 正洋(1998): 公共土木施設における即時被害予測システム、第10回日本地震工学シンポジウム論文集、pp.3419-3424
- 6) 塩野 清治、升本 真二、弘原 海清(1988): BASICによるコンターマップⅡ応用編、共立出版