

Ⅲ-A111

広島市地震情報ネットワークシステムについて

中電技術コンサルタント（株）正会員 ○渡辺 修士
 広島市消防局 正会員 小西 宏之
 広島大学工学部 フェロー会員 佐々木 康
 中電技術コンサルタント（株） 久保田博章

1. はじめに

広島市は、本年度リアルタイム地震被害予測システムの運用を開始する。市内8カ所に設置した計測震度計、3カ所の間隙水圧計および1カ所の鉛直アレー観測点における3深度の地中強震計から送信される情報をもとに地震被害を予測し、災害の初動体制の確立に利用する。本報告では、システムの概要について紹介するとともに、被害予測項目のうち液状化予測法の比較検討結果について報告する。

2. システム概要

システムの系統図を図-1に示す。地震が発生すると各観測機器から計測震度、最大加速度、SI値、速度応答スペクトル、加速度および過剰間隙水圧波形のデータが、消防局と市役所に送信される。なお、通信回線は確実性を高めるために公衆回線と無線系で二重化されている。送信された観測情報をもとに3分以内に被害1次予測項目として地震動と液状化を、20分以内に2次予測項目として地盤沈下、急傾斜地・宅地盛土崩壊の被害予測計算を実施する。これらの観測情報・被害予測情報は、大学、消防署、区役所、水道局に配信される。

表-1に観測位置を示すが、広島市内における他機関の地震観測点（広島県震度情報ネットワークシステム：8カ所、科学技術庁K-net：1カ所）と異なる位置とし、地盤・地形¹⁾、建物の影響、管理・運用面を考慮して、図-2のように各区毎に1カ所の計測震度計を設置した。鉛直アレー観測は、臨海部沖積層の地震動増幅特性の把握を目的に、消防航空隊基地において3深度に強震計を設置した。液状化観測は、液状化の発生が予想される臨海部の代表地点3カ所に間隙水圧計を設置した。

表-1 地震観測位置

No.	観測場所	計測震度計	地中強震計	間隙水圧計	工学基盤深度(m)
①	広瀬北公園	○			27.0
②	牛田浄水場	○			4.0
③	環境局南工場	○			17.0
④	消防航空隊基地	○	○	○	34.3
⑤	広島広域公園	○			2.0
⑥	広島市防災センター	○			5.0
⑦	矢野新町公園	○		○	33.0
⑧	美の里公園	○		○	44.5

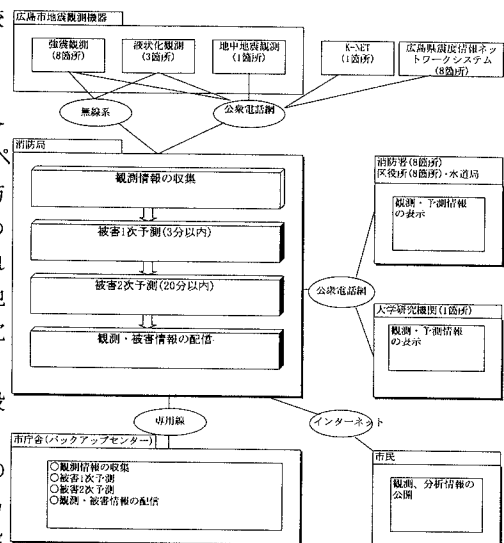


図-1 システム系統図



図-2 地震観測位置と最大加速度予測分布

地震観測、鉛直アレー、間隙水圧計、液状化判定、地震被害

〒734-8510 広島市南区出汐2丁目3-30 TEL(082)255-5501 FAX(082)255-1006

3. 液状化予測法の比較

(1) 繰返しせん断応力比

一般に用いられている道路橋示方書に示された液状化簡易判定法では、地盤内に発生する繰返しせん断応力比は、次式のようなである。
$$L=(r_d \cdot \alpha_{\max} \cdot \sigma_v) / (g \cdot \sigma_v') \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $\alpha_{\max}$ は地表面最大加速度、 g は重力加速度、 r_d は深さ方向の低減係数、 σ_v は上載圧、 σ_v' は有効上載圧である。安田ら²⁾は、高周波成分が卓越している地震動が入力した場合には、地表面最大加速度は大きくなっても、地中せん断応力はあまり大きくならない点を考慮し、地表面最大加速度を用いず高周波成分の影響を受けないSI値を用いて式(1)と同様な式(2)を提案している。

$$\bar{L}=(0.01SI) / (\sigma_v')^{0.1} \quad \dots\dots\dots (2)$$

さらに、佐藤ら³⁾は、 L の推定精度を上げるために地表面最大加速度とSI値を指標として式(3)を提案している。

$$L=(r_d^* \cdot SI \cdot \sigma_v) / (\sigma_v') \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $r_d^*=b-a \cdot z$ (z :地表面からの深さ)、 $a=\{0.0052 \times (\alpha_{\max}/SI) - 0.0163\} \times 10^{-2}$ 、 $b=\{0.0910 \times (\alpha_{\max}/SI) + 0.0787\} \times 10^{-2}$

一方、広島市域の地盤特性と地震入力位相特性に限定した液状化予測法を次のように考えた。市域の町丁目毎の地盤モデル¹⁾に対し1905年芸予地震級の想定地震⁴⁾の位相特性を用い、基盤加速度レベルを50~400Galに調整して入力した場合の地表面最大加速度 $\alpha_{\max}$ と地中各深度の最大せん断応力 $\tau_{\max}$ を等価線形応答解析⁵⁾により求め、式(4)により町丁目の加速度レベル毎の低減係数 r_d^{**} をデータベース化した。

$$r_d^{**}=(\tau_{\max} \cdot g) / (\alpha_{\max} \cdot \sigma_v) \quad \dots\dots\dots (4)$$

従来法と以上の式(1)~(4)に示した方法を用い、代表地盤において別の想定地震である己斐断層地震⁴⁾を入力した場合の最大せん断応力 $\tau_{\max}$ の深度分布を図-3に示す。

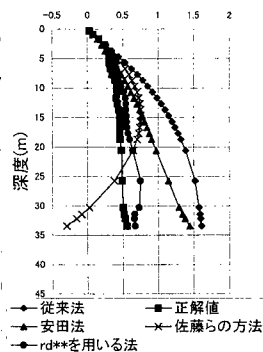


図-3 $\tau_{\max}$ の深度分布

(2) 各手法による最大せん断応力の推定値比較

己斐断層地震を入力した場合の市内5ヵ所の代表地盤に対し、等価ひずみの周波数依存性を考慮した等価線形応答解析⁵⁾を実施し、地盤の $\tau_{\max}$ の深度分布を求めた。そして、この解析結果を正解と考え、各手法による $\tau_{\max}$ の推定値との比較を図-4に示した。図-4より従来法では $\tau_{\max}$ が小さい範囲で解析結果との対応がよいが、 $\tau_{\max}$ が大きくなると次第に解析結果との差が生じている。一方、佐藤らの提案する手法においては $\tau_{\max}$ が大きい範囲での改善が認められるが、SI値により深い位置の $\tau_{\max}$ が減少しすぎる傾向がある。これらに対し、低減係数 r_d^{**} をデータベース化して用いる方法では、さらに改善される。

4. まとめ

大規模地震発生時には、広島市の市街地を構成するデルタ地帯の大半が液状化すると想定されており、リアルタイム地震被害予測には、今後とも液状化予測法の精度向上が重要であると考えられる。なお、本報告は広島市地震情報ネット

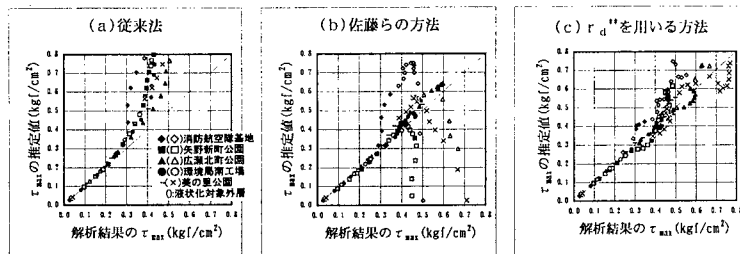


図-4 $\tau_{\max}$ の推定値と解析結果の比較

トワークシステム検討委員会において検討されたものであり、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 渡辺修士、佐々木康、小西宏之: 広島市域における地震時被害予測のための地盤モデル、第51回中国支部研究発表概要集、1999。
- 2) 安田進、吉川洋一、牛島和子、石川利明: SI値を用いた液状化予測手法、第28回土質工学研究発表講演集、pp.1325~1328、1993。
- 3) 佐藤正行、安田進、吉田望、増田民夫: 地盤の地震時せん断応力の簡易推定法、土木学会論文集No.610/III-45、83-96、1998.12。
- 4) 広島市消防局: 広島市大規模地震被害想定調査報告書、1997.3。
- 5) 杉戸真太、合田尚義、増田民夫: 周波数依存性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察、土木学会論文集、No.493/II-27、pp.49-58、1994。