

岡山県南部の地震危険度シミュレーション

岡山大学環境理工学部 正会員 竹宮宏和
 岡山地盤震動研究会 正会員 メンバー

1 まえがき

南海動地震（ $M=8.0$, 1946）により、岡山県南部の沖積平野である岡山から倉敷に至る広域でかつて大きな被害を被った。当時の岡山測候所の記録をもとに、地震の被害状況を描いたのが図1である。当時と現在では、児島湾の北側の海岸線の様子は異なっているが、現在の地図上において、被害の大きかった場所は児島湾周辺の各河川の河口付近、干拓地に集中していた。われわれは、岡山県南部の地震防災の観点から、その軟弱沖積層地盤に注目し、地震応答シミュレーションを行ったので報告する。想定地震には同地域が持っている近くの活断層、また過去の地震歴を考慮して大原断層（ $M=7.2$, $\Delta=65$ km）、南海道トラフ（ $M=8.0$, $\Delta=180$ km）、中央構造線（ $M=8.0$, $\Delta=70$ km）を想定し、入力地震動を統計的手法により発生し、地盤情報からの解析モデルに入力した。地震危険度評価として、計測震度階と液状化可能性の程度を評価した。

2 地盤の卓越周期

地震時の地盤の震動現象には、表層部が大きく影響してくる。そのため、1次元せん断波動場の解析から卓越周期を評価した。図2は、地盤の物性評価を弾性線形として算定された値の第4次メッシュへの表示である。児島湾周辺の干拓地、水島埋立地には、0.6秒から1秒あるいはそれを上回る周期の地盤が分布している。岡山市街地では0.数秒の地盤が分布している。倉敷市街地では、0.5秒以下の周期の短い地盤が分布している。

3 地震応答

（1）最大加速度応答：1次元波動理論解から求めた。その際、地盤のひずみ依存による非線形挙動に等価線形化手法から対処した。地表面の最大加速度応答を図3、4に描いた。(i) 大原断層想定地震動は沖積層の5-10mの浅い場所で応答の増幅を示し、基盤面加速度に対して地表面の最大加速度は2倍強の増幅となっている。しかし、沖積層の深い場所では、基盤面の入力加速度と同程度あるいはもそれより低い値となっている。この原因として、地盤の非線形挙動が挙げられる。(ii) 南海道トラフによる想定地震動も大原断層地震動とほぼ同程度の応答加速度の分布を与えている。揺れの継続時間の点では、当然南海道トラフの地震動の方が長く、深い軟弱沖積地盤の揺れ幅は大きい。(iii) 中央構造線の地震動は基盤入力において、上の二つのものより大きかったものの、地表面応答加速度では図のランク分けでは、これらとそれほど変わらない。

（2）気象庁震度階：上の最大加速度から計測震度を求めた。計測震度の評価の過程で、高振動数を除去すること、0.3%超過値を最大加速度としてとることより、加速度値からの計測震度階は大原断層地震動に対しては震度階が5強～4の範囲で分布している。5強の場所は岡山市街地に広く分布する。南海道トラフ地震動は震度階5～4の分布である。5強の場所は水島、倉敷南部に点在する。

（3）液状化可能性：判定計算手法として「道路橋示方書」による方法に従った。各メッシュの F_L 値の深さ方向分布を求め、これを深さごとの重み係数を考慮して積分することにより求まる P_L 値を求めた。ただし最大せん断応力には地震応答解析の結果求められた値を用いた。シミュレーション結果を図5、6にマップ化した。

液状化可能性の分布は、大原断層地震、南海動トラフ地震、中央構造線（四国東北部）で良く似た分布をしている。液状化の可能性の大地域は児島湾周辺の干拓地、水島埋立地に広がっている。液状化の可能性は岡山市街地にも分布する。倉敷市街地は可能性が小さく無しである。前者は旭川、笹ヶ瀬川から流出した細粒土分の多い砂、シルトの沖積層である。一方、前者は旧東高梁川の流出砂礫の沖積層で、それは数m以下である。地震動の差は干拓地、埋立地に現れている。吉井川から倉敷川にかけての児島湾周辺の干拓地は、大原断層に比べて、南海動トラフ地震、中央構造線（四国東北部）の順に液状化の危険度が上がってくる。水島埋立地は南海動トラフ地震が最も高い危険度を与える。

4 地震危険度

今回のシミュレーションによる液状化判定分布図6と図1の被害図比べると、液状化の可能性の大である場所の分布とよく符合する。一方、加速度の最大値分布図でみると、上の液状化の可能性の高い場所は却って下がり、震度階は岡山北部では震度Ⅴ弱、同南部で液状化指数の極めて高いところは震度Ⅳ、一部の僅かであるが震度Ⅲとなる。これは、当時の被害報告に基づいて作成される震度分布図とは全く逆の傾向となっている。つまり震度の評価において、図1は木造建物の倒壊・破壊状況からなされたものであり、それが地震力の強さであったのか、立地する地盤の液状化に起因したのかは定かでない。もし、後者がより原因したとみるならば、計測震度による

震度Ⅳ、あるいはⅢは震度Ⅴか、それより上のⅥに相当するかも知れない。地震危険度は、加速度レベルの地震力と地盤の液状化の複合した形で評価されるべきで、特に液状化を起こし易い干拓地等の深い軟弱地盤では、後者にウエイトを置いた地震危険度評価をしなければならない。その場合、被害分布図とシミュレーションによる地震危険度分布は符号してくる。

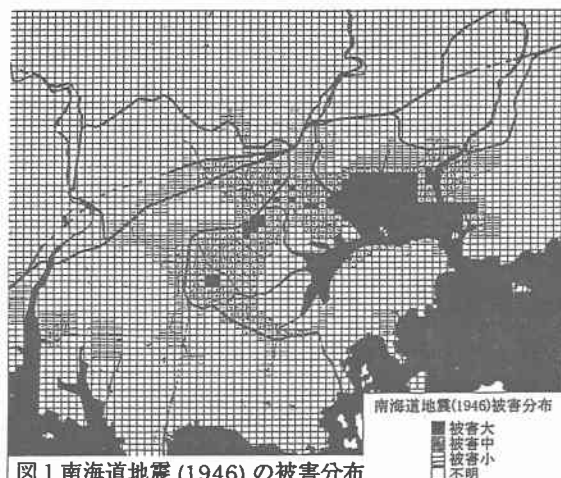


図1 南海道地震(1946)の被害分布

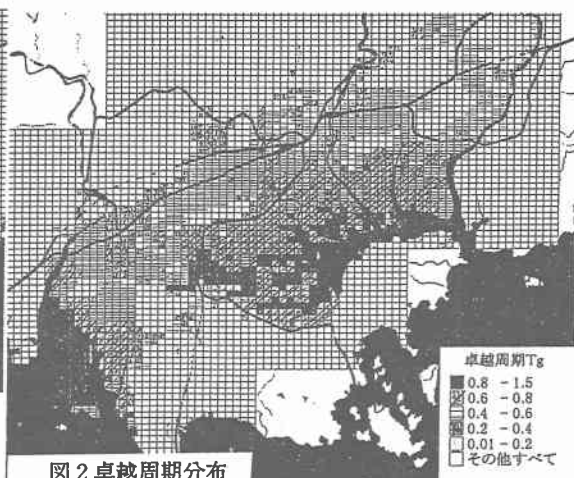


図2 卓越周期分布

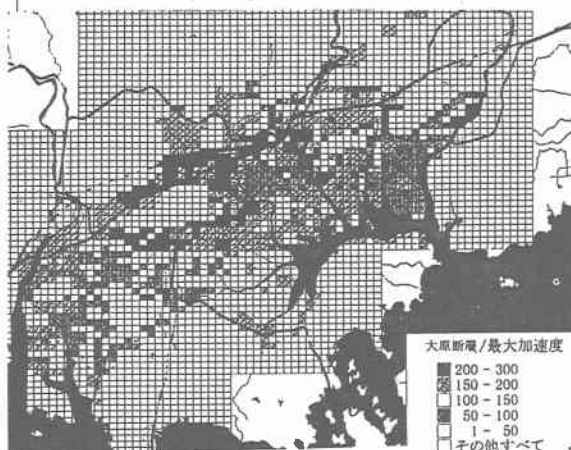


図3 最大加速度分布/想定大原断層地震

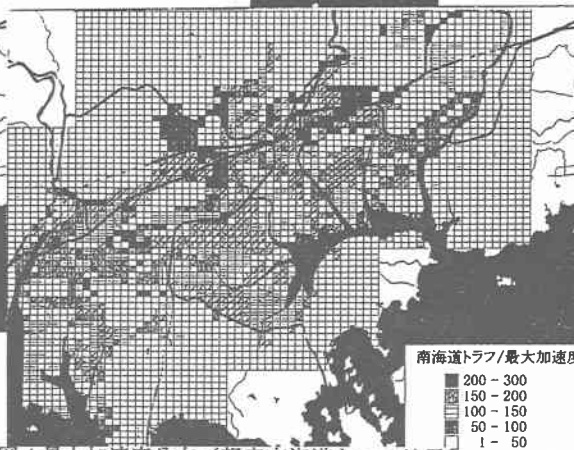


図4 最大加速度分布/想定南海道トラフ地震



図5 液状化分布/想定大原断層地震

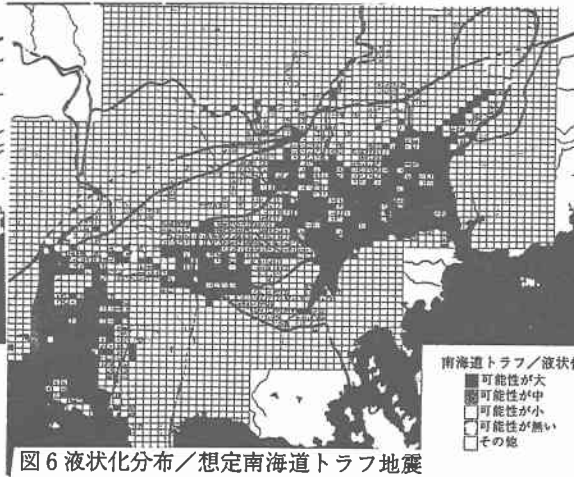


図6 液状化分布/想定南海道トラフ地震