

2005 年福岡県西方沖地震における福岡市沿岸部埋立地での液状化判定解析とその検証

九州工業大学大学院 学生会員 ○田村 英佑
九州工業大学工学部 正会員 永瀬 英生 廣岡 明彦
九州工業大学工学部 中村 和樹

1.はじめに：福岡県西方沖地震は福岡県を中心に人的被害とともに構造物等の損壊などの被害をもたらした。福岡市は、平野部に乏しいなどの理由から海面を埋め立てて工業用地域などを発展させてきており、今回の地震においては沿岸部主に埋立地に液状化被害が集中している。さらに、埋立地盤では液状化が発生し、沖積地盤では液状化が発生していないとの報告があり、その原因が明らかになっていない。そこで本研究は、一次元波動伝播解析システム「SHAKE」を用いて実地盤、実地震動を想定し液状化判定を行った。

2.解析方法：本解析は、1988 年、1989 年に福岡市水道局で作成された地震対策要綱^{1),2)}で行われた液状化解析の方法に準拠して行った。解析プログラムには一次元波動伝播解析システム「SHAKE」を用いた。解析に用いた基盤入力波を図 1 に示す。これは、K-net で福岡市市民会館付近の地表面にて観測された EW 成分を「SHAKE」によって基盤に戻したものである。地盤のせん断波速度は N 値を用いて求めた。また、単位体積重量は旧道路橋示方書・同解説 (1990) に従い土質名より求めた。動的せん断剛性比 G/G_0 と減衰定数 h のひずみ依存性については、安田らの関係式³⁾を用いて求めた。次に、福岡市水道局で作成された地震対策要綱より、対象

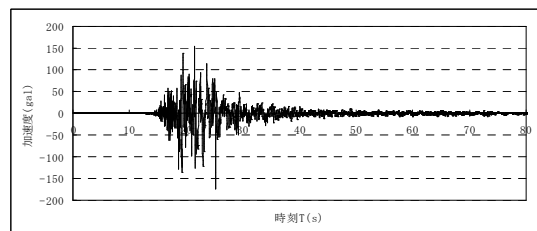


図 1 基盤入力波

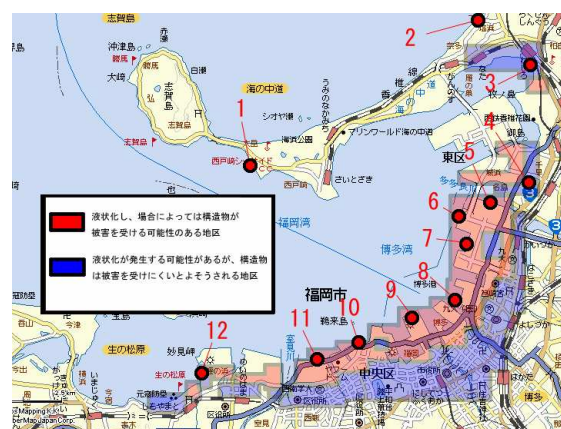


図 2 土層断面位置

となる土層断面位置を図 2 に赤点で、また対応する断面番号を赤字で示した。なお、土層断面位置は、最も沿岸部に近いものから選出した。また、地震対策要綱に示された地震時液状化危険地区を併せて記載する。応答解析にて地表面最大加速度を求め、低減係数 rd により各 N 値の測定点における地震時せん断応力比 L を算出した。なお、液状化安全率 FL は、①道路橋示方書・同解説 (1996) の方法で、沖積地盤中にあるシルト混じりや粘土混じりの砂質土の細粒分含有率 FC を 30% とし、シルト地盤の FC を 60% とした場合、②①と同様で、細粒分含有率 FC をそれぞれ 40% と 80% とした場合③旧道路橋示方書・同解説の方法で液状化強度比を求める際沖積砂層に対しては 0.187 を加えて補正する場合の 3 種類の方法で求めた。

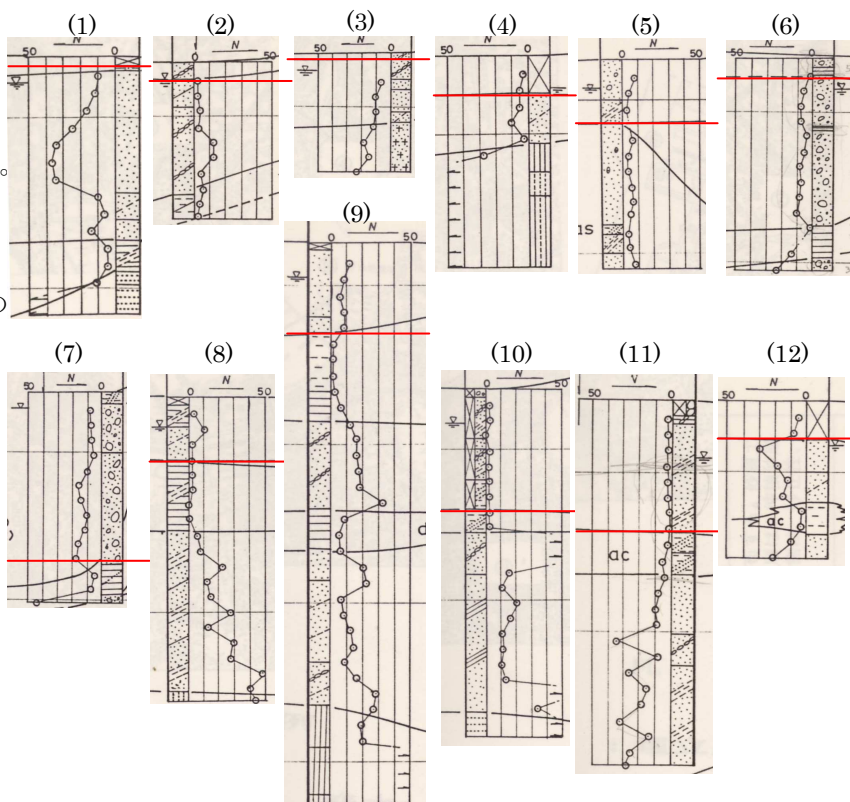


図 3 土層断面図

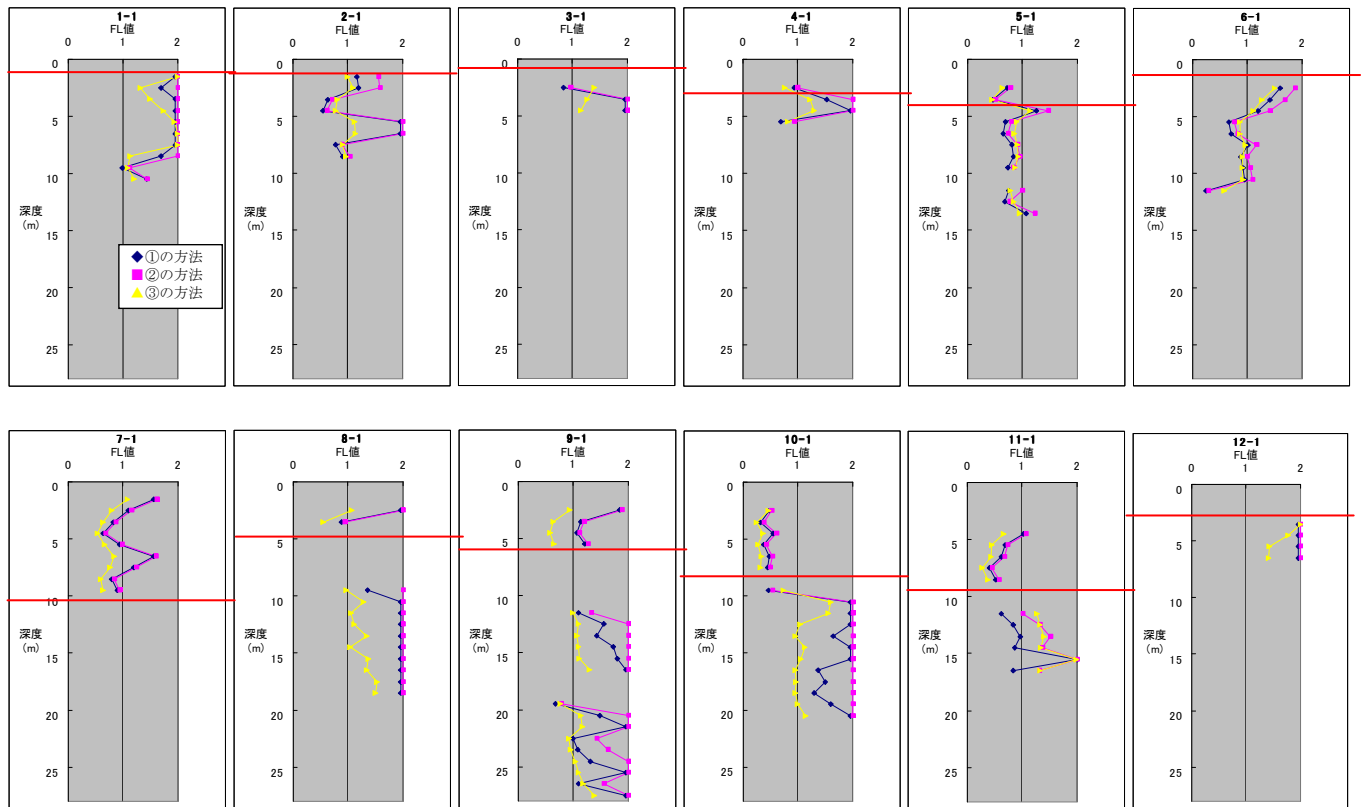


図4 液状化解析結果

3.解析結果: 図3、4は、土層断面図および液状化解析の結果を示したものである。なお、グラフに引いた横赤線より上部が埋立地盤、下部が沖積地盤としている。まず、断面(1)～(4)を見ると、埋立地盤が比較的少なく、多くの解析対象となった沖積地盤では、すべての方法において液状化が発生しない結果となった。なお、液状化が発生すると判定された沖積砂層では、粘土・シルト層付近にN値測定点が存在することによりN値は低い、細粒分は多く含まれないと判断されるため、細粒分補正の見積もりが十分でなかったためと考えられる。次に、断面(5)、(6)では、沖積地盤で液状化が発生すると判定された箇所が多く見られた。これはN値が極端に低い沖積砂層・細粒分を多く含む沖積砂層が存在するためと考えられる。続いて、断面(7)を見ると、埋立地盤にて方法①、②であまり液状化しないと判定されているが、方法③では液状化すると判定された。これは、方法①、②は方法③に比べてN値の液状化安全率FLに与える影響が大きい、N値の比較的大きい断面(7)では液状化しないと判定されたからと考えられる。次に、断面(8)～(12)では、すべての方法で埋立地盤で液状化が発生し、沖積地盤で液状化が発生しないという傾向が見られた。しかし、方法①、②では埋立地盤で液状化が発生しないと判定された箇所が一部存在した。これはN値の値が高い埋立砂層があるためと考えられる。また、すべての方法で沖積地盤でも液状化が発生すると判定された箇所が一部存在する。これは粘土・シルト層付近の砂層にN値測定点があるためと考えられる。この傾向は細粒分補正の見積もりの低い方法①が方法②より多く見られる。しかしながら、方法③では、多くの場合に液状化判定の基準である液状化安全率FLが1の値の付近である。これは、方法③では、方法①、②に比べて、細粒分による補正、およびN値による液状化安全率FLへの影響が小さいためと考えられる。

4.まとめ: 本研究では、2005年福岡県西方沖地震における液状化判定解析およびその検証を行った。その結果、本解析結果は震害報告書に示された液状化発生傾向とおおよそ一致することが明らかになった。

参考文献: 1)福岡市水道局:水道事業における地震対策要綱作成のうち地盤関係の調査結果(昭和62年度報告書), 1988. 2)福岡市水道局:水道事業における地震対策要綱作成のうち地盤関係および水道施設耐震評価調査結果(昭和63年度報告書), 1989. 3)安田進・山口勇:種々の不攪乱土における動的変形特性, 第20回土質工学研究発表会講演集, pp.539～542, 1985.