

### 第3章 四国の各県庁所在地の地盤の液状化判定と土構造物の安定性

#### 3.1 まえがき

地盤部会では、平成7、8年度と四国各県の県庁所在地の沖積地盤の液状化判定を行ってきた。概要を以下に簡単に示す。

##### Pl 値を用いた液状化判定法

液状化判定は、地盤液状化指数 Pl 値を用いて行った。Pl 値とは、液状化に対する抵抗率 Fl 値の深さ方向の変化に基づいて地盤の液状化の激しさの程度を表す指標である。

Pl 値は次式によって定義されている。

$$Pl \text{ 値} = \int_0^{20} F \cdot W(Z) dZ$$

ここに、 $F : Fl \leq 1.0$  のとき  $F = 1 - Fl$

$Fl > 1.0$  のとき  $F = 0$

$W(Z) : 10 - 0.5Z$   $Z$  は地表面からの深さ

Pl 値により液状化の程度は次のように分類される。

Pl 値 = 0 : 液状化の危険度はかなり低い。液状化に対する詳細な調査の必要なし。

$0 < Pl \leq 5$  : 液状化の危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。

$5 < Pl \leq 15$  : 液状化の危険度は高い。液状化対策が一般に必要。

$15 < Pl$  : 液状化の危険度はかなり低い。液状化に対する詳細な調査の必要なし。

##### 想定加速度

各県庁所在地の想定加速度は地震動・構造物部会により表3-1のように与えられている。ここで、想定地震A、B、Cは次のようである。

表3-1 各県庁所在地の最大加速度の予測値 (gal)

| 想定地震 | 地盤種別    | 徳島  | 高松  | 松山  | 高知  |
|------|---------|-----|-----|-----|-----|
| A    | 露頭岩盤    | 120 | 80  | 90  | 210 |
|      | I・II種地盤 | 200 | 130 | 150 | 350 |
|      | III種地盤  | 270 | 180 | 210 | 500 |
| B    | 露頭岩盤    | 360 | 160 | 40  | 70  |
|      | I・II種地盤 | 600 | 270 | 70  | 120 |
|      | III種地盤  | 800 | 380 | 100 | 160 |
| C    | 露頭岩盤    | 80  | 110 | 180 | 100 |
|      | I・II種地盤 | 140 | 190 | 300 | 150 |
|      | III種地盤  | 200 | 260 | 420 | 210 |

想定地震A：南海トラフで発生する $M_j = 8.0$ 程度の海洋型巨大地震

想定地震B：四国地方の中央構造線東半分（54km）で発生する $M_j = 7.7$ の地震

想定地震C：四国地方の中央構造線西半分（52km）で発生する $M_j = 7.7$ の地震

また、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ種地盤は道路橋示方書に示されているように、それぞれ硬い地盤、中程度の地盤、軟弱地盤を意味している。

#### 液状化検討結果

徳島市・井口・父尾・引野・神田・鳴門の各断層が東西54kmに渡って破壊する地震では徳島市の沖積地盤の殆どが液状化により甚大な被害を生ずる。次いで、三野・池田の52kmの活断層に伴う地震でも徳島市の半分以上が甚大な液状化被害を被る。南海トラフによる巨大地震では、震源からの距離が遠いので液状化被害は前2者に比べると比較的小さい。

高松市・高松市では、Ⅲ種地盤に対して150galと380galの加速度を用いて液状化判定を行った。150galは従来の設計加速度であり、380galは中央構造線の東半分で発生する $M_j = 7.7$ の地震によるものである。高松市は地盤が比較的良いので液状化の被害は激しくない。それでも、380galの加速度では、河川沿いの沖積地盤や湾岸部で甚大な液状化被害が発生する検討結果となった。

松山市・松山市では、Ⅲ種地盤に対して150galと420galの加速度を用いて液状化判定を行った。150galは従来の設計加速度であり、420galは中央構造線の西半分で発生する $M_j = 7.7$ の地震によるものである。松山市も高松市と同様に比較的N値の大きい地盤が多く、徳島市のような市内全域に渡るような液状化被害は発生しない。それでも湾岸部や河川沿いに緩い砂地盤が堆積しており、部分的に液状化被害が発生する。

高知市・高知市では、想定地震A（南海トラフで発生する $M_j = 8.0$ 程度の海洋型巨大地震）、想定地震B（四国地方の中央構造線東半分（54km）で発生する $M_j = 7.7$ の地震）、想定地震C（四国地方の中央構造線西半分（52km）で発生する $M_j = 7.7$ の地震）に対して検討を行っている。Ⅲ種地盤で最大加速度は、それぞれ500gal、160gal、210galである。南海トラフによる地震では、市内全域に渡って液状化する。中央構造線の東または西半分の地震では、自然堤防地帯に位置する市街中心部、浦戸湾岸、久万川沿いおよび浦戸湾東部の三角州地帯が液状化の可能性が非常に高い。高知市にはゼロメートル地帯が広く広がっており、液状化による破堤は甚大な被害を生じる。

#### 今年度の検討内容の概要

以上示したように、道路橋示方書に基づいた地震時の沖積地盤の液状化判定に関しては、当初予定した成果を既に得ている。今年度は、簡易な手法に基づく地震時の土構造物の安定性の検討、地震時に発生した間隙水圧を考慮した簡易な支持力算定法、地震応答解析に基づく地盤の液状化解析、それと地震応答解析に基づく河川堤防の安定性の検討を行っている。

土構造物としては、河川堤防、道路盛土、自然斜面他があるが、報告書には自然斜面の崩壊予測と河川堤防の支持力問題に関する検討結果を載せている。

地震の被害を算定する方法として、応答解析を用いるような詳細な方法と地形データなどから簡易に予測する方法がある。本部会では両者の方法で被害予測を行い、その一例を示している。

広範囲に渡る被害予測を比較的簡便な方法で検討したのが、徳島県下の斜面災害予測例である。検討対象としては急傾斜地崩壊危険箇所指定されている斜面に限定した。そうして、地形・地質などのデータを元にした比較的簡便な損害保険料率算定会の手法に基づいて徳島県下各自治体ごとの急傾斜地崩壊危険度評価を行っている。

液状化しないまでも、地震時に間隙水圧が発生すると土構造物では安全率が低下し、不安定になることが予想される。地震時の土構造物の安定問題を厳密に検討するためには有効応力応力に基づく応答解析を行う

必要があるが、膨大な経費と時間がかかり多くの土構造物全体の被害予測をすることには無理がある。そこで、簡便な手法で地盤内の間隙水圧を推定し、テルツァギーの支持力式を用いて支持力の低下割合を検討する方法を提案した。その手法を、2、3のフィールドに適用し、地震時の支持力低下を検討してみた。

また、昨年度までは液状化判定を道路橋指針に基づいて行っており、厳密な応答解析に基づく液状化解析を行っていない。応答解析は有効な手法であるが、一般的に応答解析に必要な土質パラメーターが得られていることは少ない。そこで、数値シミュレーションにより各種の土質定数が応答解析結果に与える影響について検討している。

さらに、物部川流域の河川堤防を対象として、地震応答解析により地震時の河川堤防の安定性の検討を行っている。

最後に、地盤部会のテーマからは少しはずれるが、歴史地震の危険度解析により四国四県の県庁所在地にどの程度の地震動（加速度、速度、変位）が生じるかを再現期間と地震動強さの期待値から予測した結果を示す。