

I - B273

側方流動による地盤ひずみの特性に関する研究

早稲田大学 学生会員 神谷 誠

同 フェロー 濱田 政則

同 学生会員 秋岡 義史 吉田 誠

1 はじめに

1995年兵庫県南部地震では液状化による地盤の側方流動によりライフラインシステムの埋設管路が甚大な被害を受けた。このため、埋設管路の耐震設計において側方流動による地盤ひずみを考慮する方向で各種指針の改訂が行われている。筆者らは、1964年新潟地震、1983年日本海中部地震および兵庫県南部地震による地盤変位をもとに地盤ひずみを算定し、その特性について考察するとともに地盤ひずみの経験的な予測式の規定を試みた。

2 地盤ひずみの算定方法

地盤ひずみは、地震前後の航空写真測量により測定されている地盤変位を用いて以下の手順で算定した。

- ① 地盤ひずみを算定する領域を設定し、この領域内の地盤変位の関数を図1に示すように線形とする。
- ② 地盤変位関数の係数 $\alpha_1 \sim \gamma_2$ を領域内で測定された地盤変位量を用いて最小二乗法により決定する。
- ③ ②より求められた係数 $\alpha_1 \sim \gamma_2$ を用いて地盤ひずみを算定する。

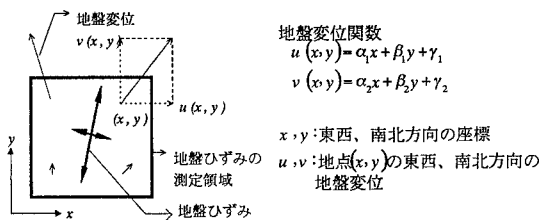


図1 地盤ひずみの算定方法

3 既往地震における地盤ひずみの発生頻度分布

地盤ひずみを算定した対象領域は、兵庫県の埋立地（兵庫県南部地震）、新潟市（新潟地震）および能代市（日本海中部地震）である。図2に兵庫県南部地震における水際部（海岸線から100m以内の地域）と内陸部（水際部以外の地域）の地盤ひずみの発生頻度分布を、図3に日本海中部地震における地盤ひずみの発生頻度分布を示す。ここでいずれの地域においても発生頻度が0.5(%)以下の地盤ひずみはデータから除外している。

図2によれば、水際部と内陸部の圧縮ひずみの平均値はほとんど差がないが、水際部の引張ひずみの平均値は内陸部の約2.5倍となっている。これは、兵庫県南部地震では護岸の移動に伴い背後の地盤が大きく水平移動したことが原因である。

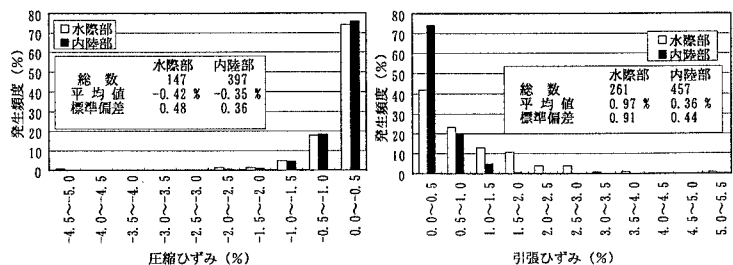


図2 兵庫県南部地震における水際部と内陸部の地盤ひずみ

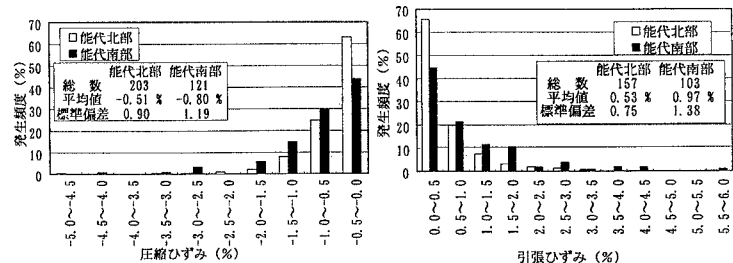


図3 日本海中部地震における能代市の地盤ひずみ

液状化、側方流動、地盤ひずみ

〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1, TEL 03-3208-0349, FAX 03-3208-0349

図3によれば、圧縮・引張ひずみともに能代南部の平均値の方が能代北部の平均値より1.5～2.0倍大きくなっている。これは、能代南部の地盤は地表面勾配が北部の地盤に比較して大きいことが原因と考えられる。

4 傾斜地盤における地盤ひずみの予測とその発生領域

検討対象領域は新潟市と能代市の傾斜地である。図4に、地盤ひずみ ε_s (%)（引張ひずみ、圧縮ひずみの絶対値）を液状化層厚 H (m)で除した値と地表面勾配 θ (%)の関係を示す。地表面勾配 θ は、傾斜部に設定した測線に沿った地表面形状のプロファイル図から読み取り、液状化層厚 H は測線付近のボーリングデータから推定した。図4によれば、地盤ひずみ ε_s は、地表面勾配 θ と液状化層厚 H の積とほぼ線形的な関係を有している。すなわち、地盤ひずみ ε_s は、

$$\varepsilon_s \div \approx 0.17 \cdot \theta \cdot H \quad \varepsilon_s (\%), \theta (\%), H (m)$$

と与えられる。ここで、この地盤ひずみは地表面の傾斜に沿った測線方向の垂直ひずみで、引張ひずみと圧縮ひずみの双方を含むものである。

一方、地盤ひずみが発生する領域の長さ（図5の L_{s1} 、 L_{s2} ）の頻度分布は、図6のように与えられる。引張ひずみと圧縮ひずみの発生領域の平均値はそれぞれ260(m)と320(m)であり、総傾斜面長の平均値は580(m)である。

5 護岸近傍域におけるひずみの予測とその発生領域

検討対象領域は兵庫県の埋立地と新潟市の信濃川流域である。図7に護岸近傍域におけるひずみ ε_q (%)と護岸変位量 D_q (m)の関係を示す。護岸変位量は、護岸に垂直に設定した測線から左右約50(m)以内での護岸の変位の平均値とした。地盤ひずみ ε_q は護岸近傍域で、図8に示すように変位がほぼ直線的に変化する領域で算定したが、護岸そのものの変位は除外している。測点数は少ないが図7によれば、護岸ひずみ ε_q は護岸変位量 D_q とほぼ線形的な関係を有している。

一方、護岸近傍域の引張ひずみの発生領域長（図8の L_q ）の頻度分布を図9に示す。引張ひずみの発生領域長の平均値は約180(m)である。

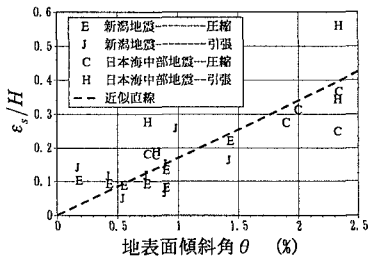


図4 地盤ひずみと地表面勾配および液状化層厚との関係

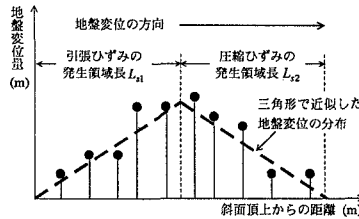


図5 傾斜地盤における地盤変位の分布

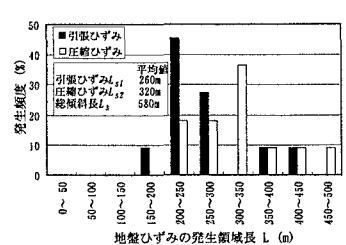


図6 傾斜地盤における地盤ひずみの発生領域長

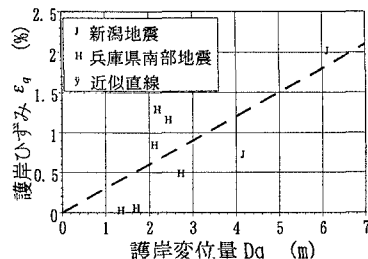


図7 地盤ひずみと護岸変位量との関係

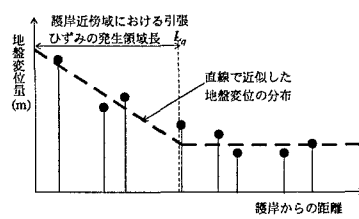


図8 護岸近傍域における地盤変位の分布

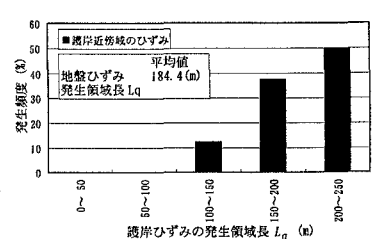


図9 護岸近傍域における地盤ひずみの発生領域長