

都市ガス埋設導管のリアルタイム護岸流動被害推定（その3 検討箇所の抽出と地盤変位推定）

東京ガス(株) 正会員 ○清水 善久, 小金丸 健一
 日本技術開発(株) 正会員 石田 栄介, 磯山 龍二
 基礎地盤コンサルタント(株) 正会員 森本 巖
 東京電機大学 正会員 安田 進

1. はじめに

高い強度を有する都市ガス埋設導管の被害推定では、被害事例が少ないためネジ継手鋼管のような統計的な被害推定¹⁾は難しい。また、導管耐震補強対策では要対策箇所のピンポイント抽出が望まれ、「単位延長当たりの箇所数」といった曖昧な手法では要求にこたえることが出来ない。そこで、「地震動や地盤流動により発生する導管の変形や荷重が限界値を超えると被害が発生する」という因果関係を明確に表現し、都市ガス埋設導管の被害推定に適用することを考える。この解析手法を用いれば、地震動、地盤流動等、各要因に対する各導管要素の地震動許容値を算出することができる。本論では、護岸背後地盤の液状化流動による都市ガス埋設導管の被害推定手法に関する検討を行う。

2. 本手法の流れ

本手法の流れを図1に示す。都市ガス導管網は膨大な延長量であり、様々な視点から検討対象の絞込みが必要である。そこで、 P_L 値分布、海岸・河川データ、地形・地盤データ等のデジタルデータを活用しつつ、必要に応じて現地調査も交えて絞込みを行う。 P_L 値分布は各種指針等を参考に十分大きいと考えられる地震外力に対して作成したものを用いる²⁾。

導管網の応力解析を行うには各節点位置の地盤変位が必要だが、地盤変位は2次元FEM液状化流動解析プログラム「ALID」を用いて計算可能である。また、ALIDに必要な地盤パラメータの中から特に重要なパラメータを抽出し、代表的な地盤及び護岸サンプルデータの解析結果を回帰分析して得られた簡易式(ここでは「簡易ALID」と呼ぶ)が作成されている³⁾。ここでは、簡易ALIDを用いて都市ガス埋設導管の各節点位置の地盤変位を計算し、この変位を管網に与えて応力解析により許容範囲内かチェックする。

全ての地表面地震動に対してこのような応力解析を行うことにより、地震動許容値を抽出し整備する。実地震時には、この許容値と観測された地震動を比較することにより、迅速な被害の有無の判定が可能となる。

2. 簡易ALID

簡易ALID³⁾は、下式のようなパラメータを持つ。

$$D = f_1(L, L_{10}, D_{max}) \quad (1)$$

$$D_{max} = f_2(H_L, H_W, F_L, FC) \quad (2)$$

$$L_{10} = f_3(H_L, H_W, F_L, FC) \quad (3)$$

ここで、 D は節点位置の地盤変位(m)、 L は護岸から節点までの距離(m)、 D_{max} は護岸変位(m)、 L_{10} は影響範囲(m)(変位が10cmとなる護岸からの距離)、 H_L は液状化層厚(m)、 H_W は水深(m)、 F_L は液状化に対する抵抗率(F_L 値)、 FC は細粒分含有率(%)、 f_1 、 f_2 、 f_3 は関数を表し、護岸タイプ(矢板式/重力式)毎に用意されている。 H_L は F_L 法に基づく液状化判定⁴⁾において液状化層と判断された層の合計厚さであり、 F_L 、 FC は同じく液状化層と判断された層の代表値を用いる。液状化判定には、地表面地震動強さを入力するので、 H_L 、 F_L 、 FC のパラメータは、地表面地震動強さに依存することになり、結果的に D も地震動強さに依存する。東京ガスの地震防災システムSUPREME¹⁾の場合は、地震動観測指標としてSI値を用いており「許容SI値」を整備する必要があるので、SI値に基づく液状化判定手法⁵⁾を用いている。

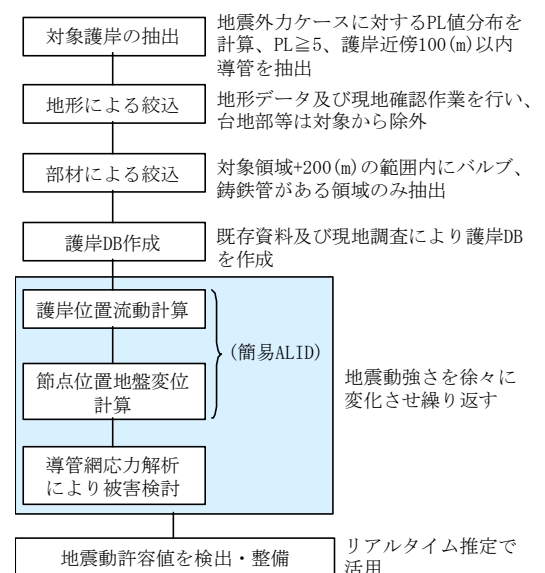


図1 検討の流れ

キーワード: SUPREME、ALID、護岸、液状化、流動、 F_L 法

連絡先: 〒105-8527 東京都港区海岸1-5-20 TEL:03-5400-7620 FAX:03-3433-8918

3. 護岸データベース

簡易ALIDで節点位置の地盤変位量(m)を計算するためには、水深(m)、護岸タイプ、節点から最短の護岸位置等の情報が必要である。また、 H_L 、 F_L 、 FC のパラメータを算出するためには F_L 法を行うための地盤データが必要である。この地盤データは、節点位置からではなく、護岸位置から最寄のデータを用いるべきである。

これらのことを考慮し、護岸背後地盤モデルを図2のように簡素化し、護岸データベースを作成した。同種護岸でも導管節点毎に最短護岸位置が異なるので、図2では護岸自体のデータベースと分離して「導管節点-護岸リンク」のデータベースを別途整備している。簡易ALIDは、この導管節点-護岸リンク毎に計算されることになる。

なお、護岸データベース整備は、図1で抽出された検討対象導管の関連護岸のみとし、河川護岸については川幅5(m)以上の河川を対象としている。河川・海岸情報としては、数値地図2500(空間データ基盤)の「内水面」データを用いてデジタル導管網データとの最短距離の自動計算を行った他、紙面の住宅地図から河川を読み取り個別確認も行っている。地盤データについては、文献2)と同様の6万本のボーリングデータベースの中から各護岸最寄の地盤データを抽出して用いている。

4. 整備例

実際に整備した護岸データベースとして、導管節点-護岸リンクの表示例を図3に示す。図3において、○はボーリング地点を表しており、中の色は P_L 値を表している。また、背景のベタ塗りには、50mメッシュに補間した P_L 値を示している。緑と赤の線分は導管網の線形を表しており、桃色の線分が導管節点-護岸リンクを表している。

5. まとめ

都市ガス埋設導管のリアルタイム被害推定の一環として、護岸背後地盤の液状化流動に対する被害推定手法の提案を行った。デジタル情報を駆使し、広大な供給エリアに対して効率的に検討対象箇所を抽出を行った。

参考文献

- 1) 清水, 他: 都市ガス供給網のリアルタイム地震防災システム構築及び広域地盤情報の整備と分析・活用, 土木学会論文集(投稿中)
- 2) 石田, 他: 都市ガス埋設導管のリアルタイム護岸流動被害推定(その2 南関東地域の液状化分布整備), 第58回土木学会年次学術講演会論文集
- 3) 松本, 安田, 他: 東京地区の護岸背後地盤における流動に関する簡易式, 第37回地盤工学研究発表会, pp. 2019-2020, 2002.7
- 4) 亀井, 他: 東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響, 地盤工学会論文報告集, Vol. 42 No. 4, pp. 101-110, 2002.8
- 5) 安田, 他: SI値を用いた液状化予測手法, 第28回土質工学研究発表会, pp. 1325-1328, 1993.6.

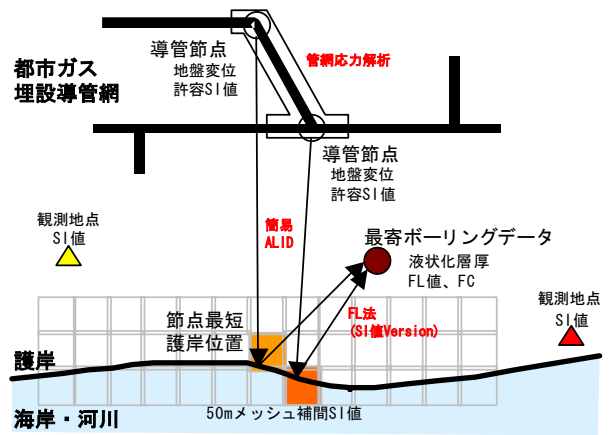


図2 護岸背後地盤の簡易モデル化イメージ

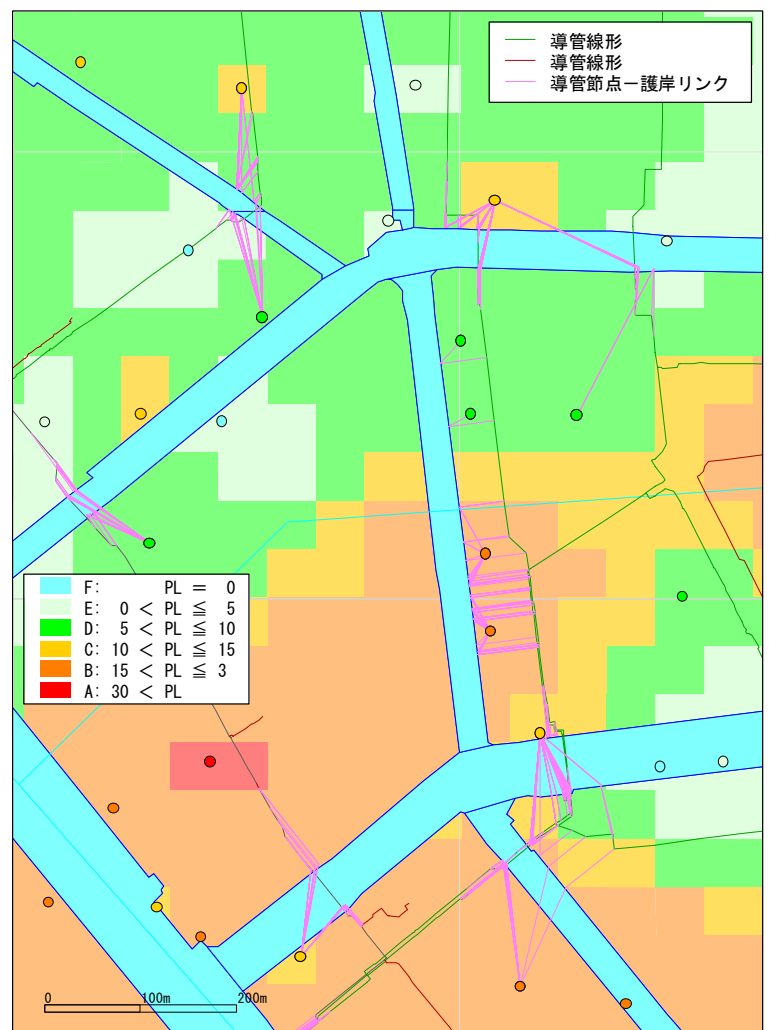


図3 導管節点-護岸リンク表示例