

1. まえがき

埼玉県中川終末処理場は中川低地と呼ばれる古利根川および中川に挟まれた沖積低地に建設される大規模な下水道処理施設で全体計画処理量は200万t/日となっている。約10年前に第1系列の供用を開始し、現在第2系列を建設中である。現場付近は緩い砂層および軟弱な粘土シルト層よりなる沖積層が厚く堆積し現在も年間2~3cmの地盤沈下が進行中であるが、構造物の設計上、砂層の液状化が大きな問題となる。第1系列の建設に際しては振動締め固め工法で対処したが、今回、第2系列の建設に当っては第1系列が稼働中であるため、周辺に大きな振動・変状を発生させる振動締め固め工法に替えて、低公害の液状化対策として最近開発された砕石ドレーン工法を採用することとした。以下、砕石ドレーン工法の設計と施工の概要について報告する。

2. 地盤概要と液状化の検討

地盤の構成は地表面より1~2mが埋土、その下部10~17mがN値5~15の緩い砂層、以深がN値0~10の軟弱な粘土シルト層となっており、N値50以上の支持層は-50m付近に分布する。地下水位は-1m程度と高い位置にある。

砂層の液状化の判定は“道路橋示方書・同解説 V耐震設計編”に従った。その結果、液状化抵抗率FLが0.6以下の部分があり、砂層の横方向抵抗力が期待できず、構造的に対処することは困難であることが分った。図-1に関東地方の液状化履歴地図および現場の位置を示すが、過去現場付近で液状化が発生していることが分る。また、地形的にも河川の蛇行部分に位置し、堆積年代の新しい液状化が発生しやすい地盤ということができ、この砂層の液状化の判定結果を裏付けている。

3. 液状化対策工法の選定

液状化対策工法にはその原理により 1.密度の増大 2.粒度改良 3.間隙水圧の消散 4.飽和度の低下 5.せん断変形の抑制等があるが、一般には1~3が適用されることが多い。具体的には振動締め固め工法、深層混合処理工法、砕石ドレーン工法があげられ、これら3工法について比較検討を行った。1.振動締め固め工法は施工実績が多く、信頼性も最も高いが、施工中の振動が大きく(施工位置より75mで75dB程度)、また、地盤が大きく変状する(施工位置より40mで4cm程度)。振動および地盤の変状は隣接する稼働中の処理施設の精密機械、杭基礎、躯体に悪影響を与えることとなる。2.深層混合処理工法は上記の問題は少ないが、経済性に問題がある。3.砕石ドレーン工法は地盤中に隣柱を造成し、地震時砂層内に発生する過剰間隙水圧を吸収消散させる工法で、低騒音・低振動で施工でき、地盤を変状させることがない。また、経済性も高い。以上より、第2系列の液状化対策工法と

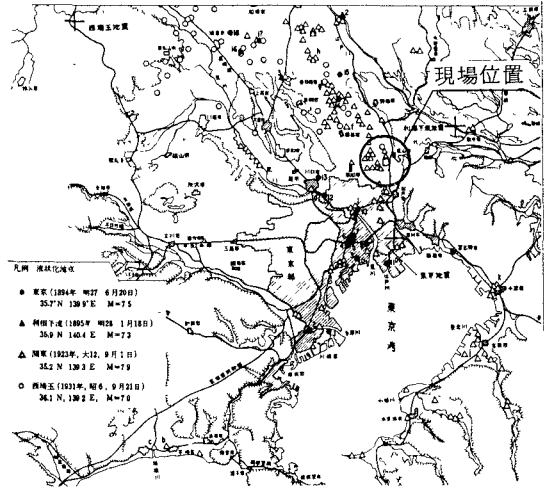


図-1 明治以降の本邦の液状化履歴

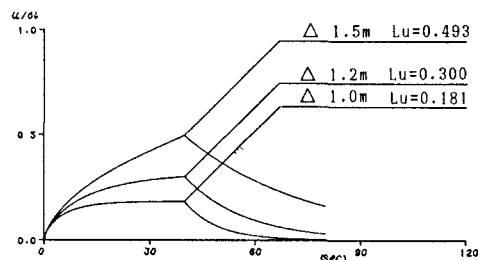


図-2 過剰間隙水圧の経時変化

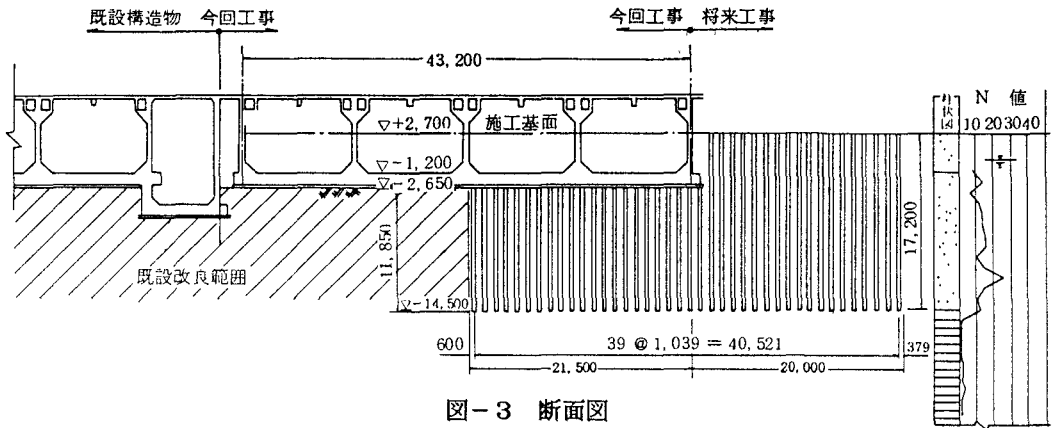


図-3 断面図

して碎石ドレーン工法を選定した。

4. 碎石ドレーン工法の設計の概要

碎石ドレーン工法は地震時地盤中に発生する間隙水圧の上昇量と碎石ドレーンによるその消散量を計算し、過剰間隙水圧比 (Lu :有効上載圧と過剰間隙水圧の比、1で液状化) を求めることにより設計する。具体的な設計はSeedらによって定式化され、体積圧縮係数、透水係数等の土質定数と想定地震動の規模によって発生する過剰間隙水圧を容易に求めることができる。図-2に有限要素法プログラムLARFで解いた過剰間隙水圧比の経時変化とドレーンピッチの関係を示す。碎石ドレーン工法の設計上過剰間隙水圧比の設定が問題となるが、ここでは自由水面までの排水距離が長いことを考慮してその設定値を0.3とし、直径400mmの碎石ドレーンを1.2mの三角形配列で打設することとした。図-3にエアレーションタンク部分の断面図を示す。

5. 碎石ドレーン工法の施工概要

碎石ドレーンは地震時ドレーン内に地山砂が流入しないような粒度分布をもつ碎石を使用する必要がある。そのため施工に先立って現地の砂を採取し、目盛り試験装置を用いて碎石の選定を行い、7号単粒度碎石を使用することとした。碎石ドレーン1本当りの施工順序を図-4に示す。

6. あとがき

62年12月17日に千葉県東方沖地震が発生した。M=6.6と比較的小規模な地震であったにもかかわらず関東地区に関東地震以来の液状化が発生し、工場・ライフラインにかなりの被害を与えたことは地震防災関係者に大きな波紋を投げかけている。下水道処理施設は、地震により一旦被害が発生するとその復旧に長期間を要し、浸水あるいは環境衛生上の問題等市民生活に与える影響は極めて大きい。こうした意味からも既設構造物近傍で経済的な液状化対策が可能な碎石ドレーン工法を今回中川終末処理場に適用したことは時期を得たものと考えられる。

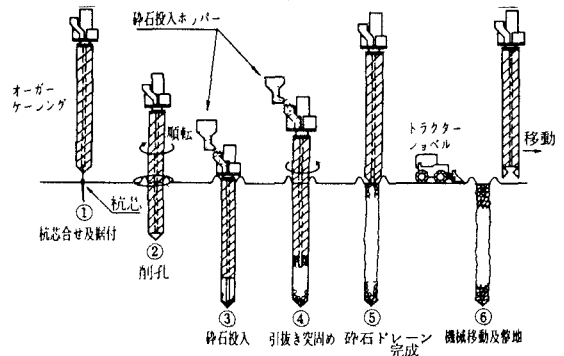


図-4 施工順序

参考文献

- 1) 栗林、龍岡、吉田：本邦の地盤液状化履歴について、第10回土質工学研究発表会、(1975)
- 2) Seed, H.B. and J.R. Booker: Stabilization of Potentially Liquefiable Sand Deposits Using Gravel Drains, J.GED, Vol.103, No.GT7 (1977)