

III-174

地下連続地中壁内の地盤の地下水位低下による液状化対策工法の提案

五洋建設(株)技術研究所 正会員○田村 保

正会員 小久保裕

正会員 佐々木武

1 まえがき

近年のウォーターフロント開発にともなう、大都市近郊の臨海部においては深い基礎構造を有する高層建物の建設が急増する傾向にある。臨海部の埋立地盤においては液状化をはじめとする地震災害の危険性が高く、このような地域の高層建物の基礎の選定にあたっては、液状化をはじめとする地震時の高い安全性をが要求される。従来の液状化防止工法は、①地盤の締め固め工法、②置換または固化による工法、③地下水位を低下させる工法、④過剰間隙水圧を消散させる工法などが用いられているが、これらの従来工法によると、地盤の締め固め工法では対策工の施工時の地盤振動や騒音の問題が大きいこと、地下水位低下工法の場合には周辺地盤の地盤沈下が発生すること、過剰間隙水圧を消散させる工法や固化処理工法ではその設計手法や長期的な信頼性に問題点が残されていることなどの問題点が挙げられる。一方、臨海部における高層建物の基礎構造として、杭と連続地中壁の併用構造が採用される場合¹⁾が少なくない。

このような連続地中壁を有する建築物の液状化対策工法として、従来とは異なる方法で地下水位を下げる新工法を考案した。本工法は図-1に示すように、周辺地盤中の地下水位面と液状化対策対象層の下端までの水頭差分に応じた空気圧を加えることにより内部の地下水位を低下させることができる。従来の地下水位低下工法は地下水を揚水する方法を採用しているため、周辺地盤への影響低下のための対策が必要である^{2),3)}が、本工法は連続地中壁に囲まれた地盤内の地下水位を押し下げる工法であるため、周辺地盤の地下水位に全く影響を与えない。このように本工法は、その対策原理としては地下水位低下によりながら、従来の地下水位低下工法の欠点を克服した工法である。ここでは、空気圧による水位低下の確認と液状化対策工としての有効性評価のための基礎データを得ることを目的として実施した模型実験結果を報告する。

2 空気圧による地盤内水位低下に関する実験

空気圧による水位低下の確認は、図-2に示すような底部を連結した2つのアクリル製円筒の一方に飽和地盤を約40cmの厚さで作成し、他方の円筒には水を入れた装置を作成し行った。飽和砂地盤を入れた円筒上部より空気圧力を加圧し、両円筒の水頭差により地下水位低下に要する圧力を測定した。付加した空気圧と地下水位低下により生じた水頭差との関係は図-3に示した通りである。図中の直線は実測値の最小二乗直線であるが、付加した空気圧に相当する水頭差が生じるのではなく、約19gf/cm²の見かけ上の圧力損失が生じている。この見かけの圧力損失は毛管圧によって説明することができる。したがって、空気圧により地下水位を低下させる時、低下

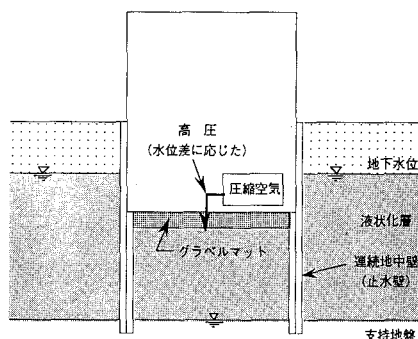


図-1 提案する液状化対策工法の概要

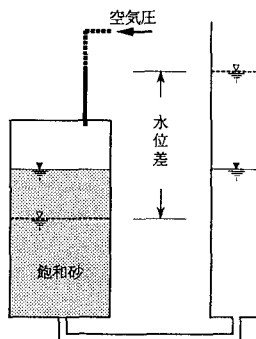


図-2 水位低下実験概要

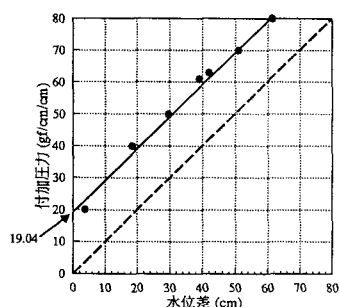


図-3 付加圧力と水位差の関係

させる量に相当する水圧に加えて毛管圧に起因する圧力を余分に付加する必要があることがわかる。

3 液状化対策工としての有効性評価のための模型振動実験

模型振動実験は、電動駆動型の振動台上に設置したせん断土槽（内寸法1m×1m×1m）内に締固め層と層厚40cmの液状化層からなる模型地盤を作成し、天端に建物模型を取り付けた連壁模型を設置し行った。液状化層の地盤は千葉県富津市産の山砂を使用し水中落下法により作成した。連壁模型内の水位を低下させるための空気圧は連壁模型天端から付加し、地下水は締固め層を通して連壁模型外側に排水する構造となっている。せん断土槽内に設置した連壁模型は厚さ1cmの亚克力板で作製し、内寸法は40cm×40cmである。図-4に実験概要と加速度計と間隙水圧計の配置を示す。実験は、連壁内外の水位を同じにした場合と連壁内の地下水位を低下させた場合の2つの条件に対し、最大加速度を50gal、100gal、150galの3段階に変化させて5Hzの正弦波による加振を行った。両者の実験では模型地盤をそれぞれ1回作成し、小加速度から大加速度に連続的に作用させ、顕著な液状化が発生した場合は時間間隔をおき加振した。連壁模型内の地下水位低下は周辺地盤の気泡発生により確認した。

図-5、6は連続地中壁の内側と外側の応答加速度の最大値の深度方向分布を、連続地中壁の模型内の地下水位を低下させた場合とさせない場合について示したものである。図-7は連続地中壁の内側と外側の過剰間隙水圧の最大値の深度方向分布を地下水位を低下させない場合について示したものである。図-8は連続地中壁の内側と外側の過剰間隙水圧の最大値の深度方向分布を2通りのケースを比較して示したものである。これらの結果によれば地下水位を低下させた場合、連壁模型内の地盤の応答加速度は深度によらず振動台の加速度とほぼ同じ値を示し連壁とその内側の地盤が一体化した剛体として挙動していると考えられる。一方、地下水位を低下させない場合には、連壁模型内の地盤には液状化の発生が見られ、連壁模型頂部での加速度応答が増加していることがわかる。また連壁模型の周辺地盤の応答加速度は、地下水位を低下させた場合には低下させない場合に比べ小さな値を示している。これらの結果は連壁模型内の地下水位を低下させた場合の効果として、①間隙水を除去することで液状化の発生を防止する、②基礎構造物全体としての剛性を高める、③周辺地盤での加速度応答を減少させる、ことを示している。

参考文献：1)榎並昭；東京圏に見る地盤の高度利用－超高層ビル、土と基礎、Vol.40, No.3, Ser.No.410, 1992、2)大森弘一、伊佐秀；石油タンク施設、土木学会誌1986年4月号、1986、3)石川裕他4名；アクティブ排水による液状化対策工法、第27回土質工学研究発表会、1992

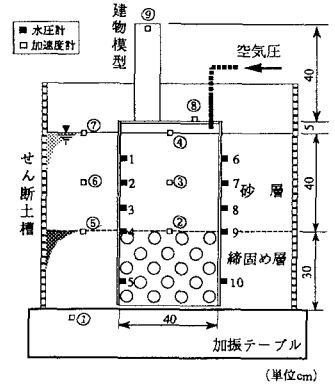


図-4 振動台による模型実験概要

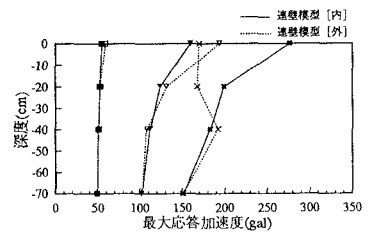


図-5 最大応答加速度の深度分布（地下水位をさげない場合）

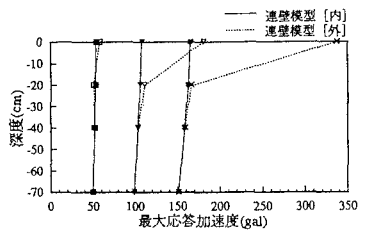


図-6 最大応答加速度の深度分布（地下水位を低下させた場合）

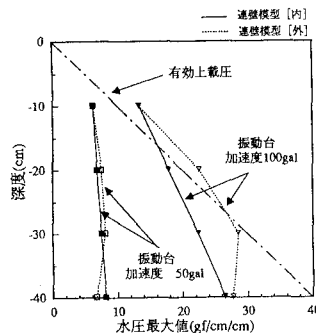


図-7 最大過剰間隙水圧分布（地下水位を下げない場合）

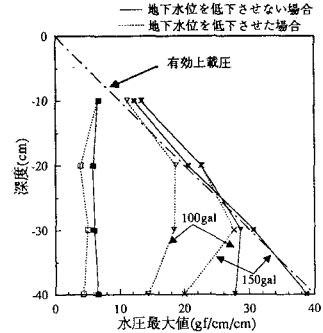


図-8 最大過剰間隙水圧分布（2ケースの比較）