地下水位上昇に伴う既設構造物の地震時沈下対応策

茨城大学　学生会員　○西脇一樹
茨城大学　フェロー会員　安原一哉
茨城大学　正会員　小峯秀雄　村上哲

１．はじめに

既往の研究[1)2)]において，地下水位が上昇した基礎地盤と構造物に地震動が加わった場合，地盤と構造物の挙動を把握するために，1g 場における振動台模型実験を実施した．さらに，地震時の構造物の沈下挙動を抑制するために連続地中壁工法や地下水位を低下させることによる対応策の検討を行った．その結果，地下水位を低下させることで構造物の沈下挙動を抑制できることが確認できたが，連続地中壁を構造物側壁に設けることにより構造物の沈下挙動を増大させることとなった．そこで，本研究では地震時における既設構造物の地震時変状に対する１）連続地中壁と構造物を結合させる影響，２）連続地中壁を非液状化層まで根入れさせる影響，についての検討を行った．本報告ではその結果と考察を報告する．

２．実験概要

図-１に本研究で使用する 1g 場振動台模型実験装置の概要図を示す．模型構造物の重量は 6280g（単位体積重量 γ=20.27kN/m^3，以下，重量構造物という）とした．ここで，重量構造物とは構造物の単位体積重量が飽和した砂地盤の単位体積重量に比べて大きいことを意味する．計測機器として，変位計は構造物及び模型地盤表面の変位を測定し，加速度計と間隙水圧計は地盤の液状化判定を行うために設置した．なお，本報告では構造物天端に設置した変位計 2 つの値を平均したものを構造物の変位量とした．

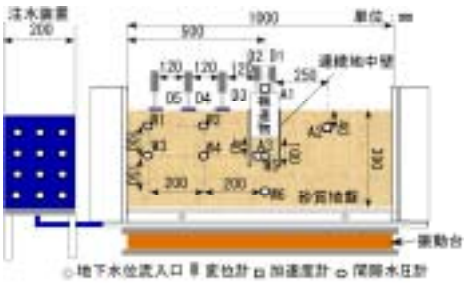

図-１　1g場振動台模型実験装置の概要

地盤材料は豊浦砂(ρ_s=2.648g/cm^3)を使用した．模型実験の手順は１）乾燥した豊浦砂を模型土槽内に空中落下法により撒き出し，模型地盤高さが 290mm となったときに重量構造物を設置する．さらに，再び豊浦砂を撒き出し，模型地盤高さが 390mm となるように乾燥砂地盤を作製した．２）注水装置により，水頭差を利用し，土槽底部から注水（注水速度 0.065mm/min）させ，地下水を地表面 390mm(地下水位上昇比；δh/B=3.9)まで上昇させ，構造物底部 290mm(地下水位上昇比；δh/B=2.9)まで下降させた後，再び地表面まで上昇させた．ここで，B（構造物幅）=100mm，δh を模型土槽底部からの地下水位変動量(mm)とした．３）水平振動は周波数 5Hz の正弦波とし，定常 30 波を負荷し，振動加速度 200gal を模型地盤に与えた．

表-１に実験条件を示す．CASE２～３は連続地中壁と構造物を結合させた場合，CASE４～５は連続地中壁を非液状化層まで根入れさせ，かつ，構造物と結合させた場合における諸条件を示す．

表-１　実験条件

実験条件	構造物単位体積重量 (kN/m^3)	相対密度 (%)	加振時の地下水位 (mm)	模型地盤高さ (mm)	連続地中壁根入れ (mm)	連続地中壁と構造物との結合の有無
CASE1	20.27	30	390	390 (液状化層)	0	-
CASE2					100	有り
CASE3					100	無し
CASE4		液状化層：30 非液状化層：80		390 (底部の100mmは非液状化層)	240 (非液状化層まで根入れ)	有り
CASE5						無し

３．実験結果

３．１　連続地中壁と構造物を結合させる影響

図-２に連続地中壁と構造物との結合の有無が沈下量へ及ぼす影響を示す．連続地中壁と構造物を結合させないことにより，構造物

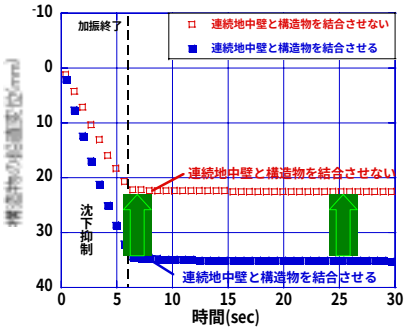

図-２　連続地中壁と構造物との結合の有無が沈下量へ及ぼす影響

キーワード　地下水位上昇，液状化，連続地中壁
連絡先　〒316-8511　茨城県日立市中成沢町 4-12-1　茨城大学　工学部　都市システム工学科　TEL0294-38-5166

の沈下量が抑制された．**図-３**に連続地中壁と構造物との結合の有無による沈下メカニズムを示す．連続地中壁と構造物を結合させることにより，連続地中壁先端に応力が集中することで，構造物の沈下量が増加したと考えられる．そして，連続地中壁と構造物を結合させないことにより，連続地中壁先端への応力集中が解消され，構造物が沈下挙動を示す際，構造物底部の地盤の側方流動を連続地中壁が抑制することから，沈下量が抑制されたと考えられる．

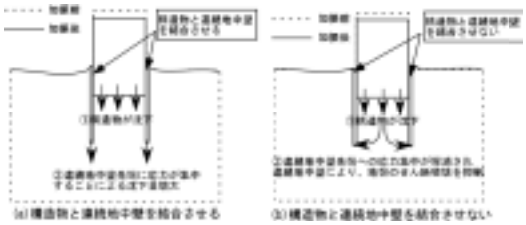

図-３　連続地中壁と構造物との結合の有無による沈下メカニズム

３．２　連続地中壁を非液状化層に根入れする影響

図-４に連続地中壁を非液状化層まで根入し，構造物との結合の有無が沈下量へ及ぼす影響を示す．連続地中壁を非液状化層まで根入れし，構造物と結合させることにより大幅に沈下量が抑制された．**図-５**に連続地中壁を非液状化層まで根入れすることと構造物との結合の有無による沈下メカニズムを示す．連続地中壁と構造物を結合した場合，構造物の沈下挙動に影響する要因は連続地中壁先端に応力が集中することであると考えられる．このことから，連続地中壁を非液状化層に根入れした場合，非液状化層の地盤の剛性が影響すると考えられる．また，本実験において非液状化層の相対密度を 80%の条件下で試験したことにより，加振中においても地盤の剛性があまり低下しなかったことからほぼ沈下挙動を示さなかったと考えられる．そして，連続地中壁と構造物を結合させない場合，構造物の沈下挙動に影響する要因は連続地中壁の剛性であると考えられる．その理由として，連続地中壁を非液状化層に根入れした場合，構造物底部は閉鎖空間となることから，構造物の沈下量は連続地中壁の変形面積に依存すると考えられる．

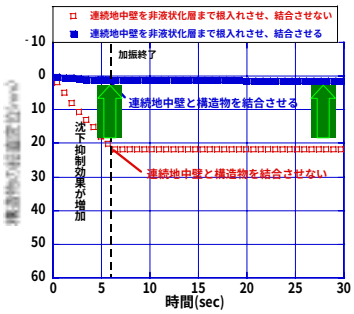

図-４　連続地中壁を非液状化層まで根入れし，構造物との結合の有無が沈下量へ及ぼす影響

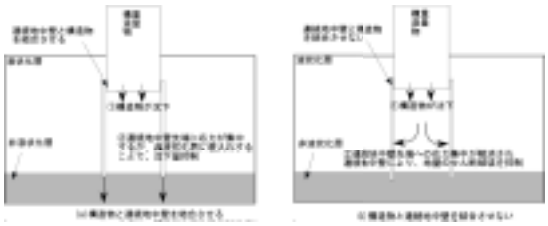

図-５　連続地中壁の非液状化層までの根入れと構造物との結合の有無による沈下メカニズム

４．結論

本報告では地下水位の上昇に伴う地震時における既設構造物の沈下に対する対応策として，連続地中壁を用いることによる構造物の沈下量の抑制効果について検討を行った．その結果，以下の知見を得た．

① 連続地中壁を液状化層に根入れし，構造物と結合する場合に構造物の沈下量が増加し，結合させない場合に構造物の沈下量を抑制できる．

② 連続地中壁と構造物を結合する場合に構造物の沈下は連続地中壁先端の地盤の剛性に影響し，結合させない場合では構造物底部の地盤の剛性に影響すると考えられる．

③ 連続地中壁を非液状化層に根入れし，構造物と結合することにより構造物の沈下量を大幅に抑制できる．

以上の知見を踏まえ，連続地中壁を非液状化層に根入れできる場合，構造物と結合することで構造物の沈下挙動を効果的に抑制することができる．非液状化層に根入れすることができない場合，構造物と結合しないことで構造物の沈下挙動を効果的に抑制することができる．さらに，連続地中壁工法と地下水低下工法を併用させることで，より構造物の沈下挙動を抑制できると考えられる．

参考文献

1)西脇一樹他：地下水位上昇に伴う基礎地盤の地震時変状とその対応策，第 5 回地盤工学会関東支部発表会発表講演集, pp.228-233, 2008.2)西脇一樹他：地下水位上昇を受ける砂質基礎地盤の地震時変状，日本地震工学会・大会―2008 梗概集, pp.162-163, 2008.11.3)浜田信彦他：遮水壁を用いた地中構造物の液状化時浮上対策効果の定量化，土木学会論文集 No.813/Ⅲ-74, 79-22, 2006.3.