

管路周辺土の砕石置換による液状化対策の効果について

熊本大学工学部	正員	秋吉	卓
"	正員	○松本	英敏
"		山下	修
八代工業高等専門学校	正員	淵田	邦彦

1. はじめに 近年、地震時の液状化は地盤の側方流動等を引き起こすこともあり、埋設管路にも多くの被害をもたらしている。その対策としては、締め固め工法をはじめ砕石ドレーン工法等の地盤改良による液状化の発生そのものを抑える工法が数多く提案され、次第に施工されつつある。しかしながら、砕石置換による埋設管路の液状化対策の効果について実験的に検証した例¹⁾は少なく、今後の解明が待たれるところである。そこで本研究では、はじめに無対策の場合と砕石置換による液状化対策の場合を間隙水圧の排水効果により求めた。次に、液状化時の地盤側方流動に対する水平方向抵抗力を比較するため引き抜き試験を行ない、この対策工法の有効性と問題点を地盤ばね定数により考察した。

2. 実験概要 本研究で用いた実験装置は図1に示す。砕石置換工法は飽和砂部分と砕石部分からなる模型地盤を作成した。飽和砂部分は均等係数3.46の比較的均一な川砂を用い、下部からの噴き上げ装置により作成した。砕石部分はコンクリート骨材用(最大20mm)の砕石を密に詰めて作成した。両部分の境界には砂の移動を防ぐためにナイロンメッシュを用いたが、若干の移動が認められた。水圧計は砕石境界より100mm, 200mm, 300mmまた地表面から50mm, 150mm, 250mmの位置に設置し、計測した。引き抜き試験装置は図2に示す。水平方向移動を行うにあたって、滑車は少し砂を噛んだが、クレーンの性能上、引き上げ速度が16.5cm/secと速かったためその抵抗は無視できる程度に小さかった。試験は地表面から100mm, 200mmの位置に設置し、引き上げ荷重はロードセル、変位は変位計にて計測した。入力条件としては各れの場合も12 Hz, 約120galを用いた。

3. 結果及び考察

(1) 過剰間隙水圧の変化 図3は入力加速度、および無対策の場合と砕石置換による地表面から250mm、砕石境界から100mm, 200mm, 300mmにおける過剰間隙水圧の時刻歴変化の一例である。加振開始からおよそ35秒までを図示したものであり、過剰間隙水圧の発生から消散までみると砕石置換の場合は約5秒後に緩やかに上昇し、最大値に達した後すぐに消散し始めている。また過剰間隙水圧の最大値は砕石に近いほど排水効果が顕著に現れ無対策と比較して1/3~1/4程度に大きく低減されている。この

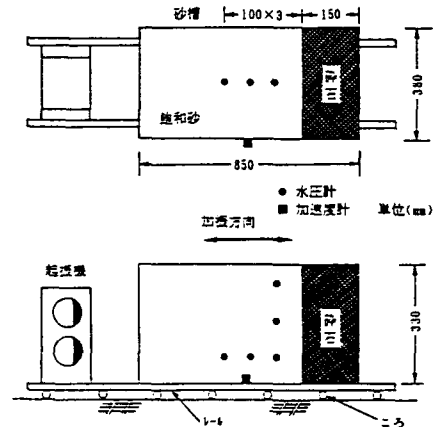


図1 砕石置換模型装置

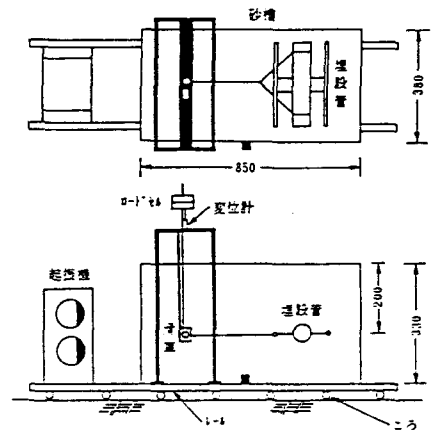


図2 引き抜き試験装置

ことは、碎石置換の効果が過剰間隙水圧の上昇を抑え消散速度を高めたことを意味している。そこで碎石置換の効果が過剰間隙水圧をどの程度まで抑えることができるかを境界からの距離、地表面からの距離をパラメータにとって最大過剰間隙水圧比で示したものが図4である。無対策の場合は地表面からの距離に関わらず最大過剰間隙水圧比はおよそ1.0に近いものであり、液状化が発生したと思われる。碎石置換においては液状化そのものは発生せず、地盤底部では境界からの距離に関わらず最大過剰間隙水圧比が大きく低減されている。また、境界に近いほど最大過剰間隙水圧比が小さくなる傾向にある。このことは、碎石置換が透水性を高めることにより境界付近での地盤抵抗力を増すことになる。

(2) 引き抜き試験 図2に示した試験装置により塩化ビニールパイプ（単位体積重量 2gf/cm^3 、長さ 250mm ）を用いて、表1に示す条件のもとで碎石置換、無対策について試験を行なった。図5は抵抗力-変位の関係を投影面積で除し地盤ばね定数に算定したものと、 H （埋設深さ）/ D （管径）との関係を示している。図より無対策（液状化時）における地盤ばね定数は、埋設深さに関係なく $0.03\sim 0.04\text{kgf/cm}^3$ 付近に集中している。これを普通地盤の地盤ばね定数と比較して約 $1/15\sim 1/20$ 程度に低下している。これは高田ら²⁾の結果より2.3倍大きめである。一方、碎石置換においては効果が期待できる碎石境界より 100mm の位置で行なった。この結果、液状化が不完全な場合は（□印）埋設深さに比例して側方の抵抗力が増す傾向にある。

4. おわりに 以上の実験結果より、地震時の碎石置換による液状化対策は碎石の周辺部に近いほど排水効果があり、同様に引き抜き試験においても液状化時に地盤側方流動を受ける埋設管路の水平方向地盤ばね定数は、碎石置換の効果が見られた。詳細は講演時に譲る。

5. 参考文献

- 1) 北浦・他3名：碎石ドレーン工法の最適施工範囲に関する実験的考察、第20回地震工学研究発表会講演概要、pp. 285-288. 1989
- 2) 高田：昭和62年度科学研究費補助金（総合研究A）研究成果報告書。

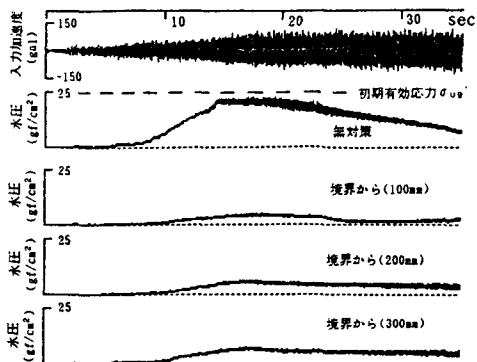


図3 入力加速度および過剰間隙水圧波形

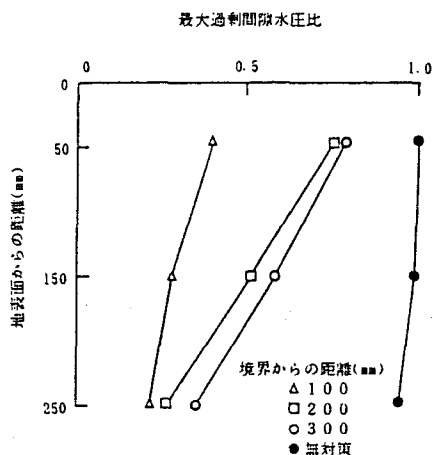


図4 境界からの距離と最大過剰間隙水圧比との関係

表1 試験条件

実験名	液状化中	飽和砂
管径mm	38 60	38 60
H/D	5.26 3.33	2.63 1.67

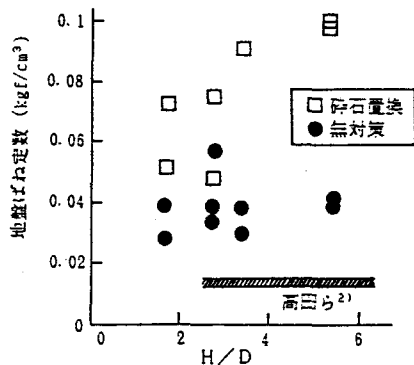


図5 地盤ばね定数と H/D との関係