

I-581

液状化低減のための碎石置換の効果について

熊本大学工学部 正 員 秋吉 卓
 八代工業高等専門学校 正 員 洲田 邦彦
 熊本大学工学部 ○正 員 松本 英敏
 " 学生員 尻無濱昭三

1. はじめに 地震時の液状化は管路の浮き上がりや側方への流動といった大変形を引き起こすこともあり、そのため地中埋設管路においては引き抜き・折損など多大なる被害をもたらしている。現在のところその対策工法としては、締め固め工法をはじめ、碎石ドレーン工法等の地盤改良により排水効果を高め、過剰間隙水圧の発生そのものを抑える工法が数多く提案され、施工されつつある。そのうち、碎石置換は施工が容易で経済的にも有利と思われるが、その液状化低減の効果について実験的に検証した例は少なく¹⁾、今後の説明が待たれるところである。そこで本研究では、碎石置換による効果の基礎的研究として、はじめに間隙水圧の排水効果を計測し、次に管体の側方への引き抜き試験を行ない、地盤ばね定数によりこの対策工法の有効性と問題点を検討した。

2. 実験概要

(1) 碎石置換装置 本実験で用いた模型装置は図1に示す。装置は飽和砂部分と碎石部分からなり、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。碎石部分はコンクリート骨材用 (最大 20mm) の碎石を密に詰めて作成したが、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。水圧計は碎石境界より 100mm, 200mm, 300mm の水平位置に、また地表面から 50mm, 150mm, 250mm の鉛直位置に設置し、計測した。

(2) 引き抜き試験装置 模型装置は図2に示すが砂層の液状化開始時期より管体の側方への引き抜き試験を行った。水平方向の引き抜き試験を行うにあたって、滑車は少し砂を噛んだが、クレーンによる引き抜き速度が 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、引き抜き荷重はロードセル、変位は変位計にて計測した。入力条件としては各々の場合も 12Hz, 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は無対策 (碎石置換を施さない) の場合と碎石置換による場合の過剰間隙水圧低減への効果を、境界からの距離をパラメータとして最大過剰間隙水圧比で示したものである。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、完全に液状化が発生したものである。碎石置換においては液状化そのものは発生せず、装置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 $1/3 \sim 1/4$ に大きく低減されている。また、境

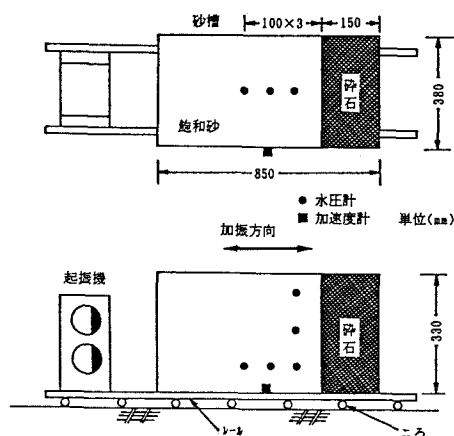


図1 碎石置換模型装置

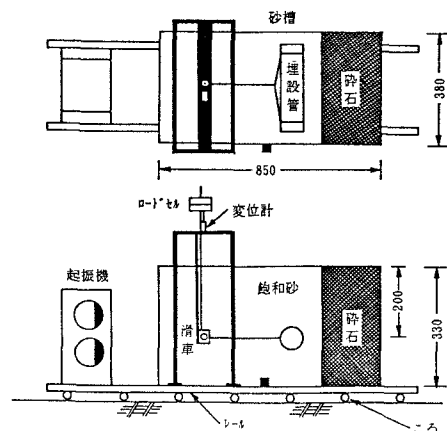


図2 引き抜き試験装置

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、かつ深部ほど地盤の抵抗力が増していることを意味する。

(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(管径 38mm, 60mm、管長 250mm)を用いて無対策、碎石置換の両ケースについて、側方への引き抜き試験を行なった。ここで、液状化した土砂の流体としての円柱に対する抵抗力 D を知るため、次の無次元抵抗力を用いる。

$$\frac{D}{\rho \cdot d \cdot L} = C_d \cdot d \cdot \frac{\rho U^2}{2} \quad (1)$$

ここに、 D = 単位長さ当りの抵抗力、 C_d = 抵抗係数、 d, L および ρ, U = 管径、管長および飽和砂の密度、流速である。図4は無対策の場合について、無次元抵抗力と H (埋設深さ) / D (管径) との関係を●印で表したもので、図の点線は式(1)の流体抵抗式である。実測値と理論値はほぼ近い値を示しており液状化中は完全に流体として振舞っており、抵抗力は埋設深さにあまり関係ないようである。

そこで最大抵抗力-変位の関係を投影面積で除して、地盤ばね定数に換算したものと、 H/D との関係を示したものが図5である。先程と同様に無対策(液状化時)における地盤ばね定数は、埋設深さに関係なく $0.03 \sim 0.04 \text{ kgf/cm}^3$ 付近に集中しており、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碎石境界より100mm, 200mmの位置で計測を行なった。この結果、液状化が不完全な場合はいずれのケースにおいても埋設深さに比例して側方の抵抗力が増す傾向にあり、これら碎石のごく近辺(100mm)では無対策の場合の2倍以上の剛性が回復していることが分かる。

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高く、同様に引き抜き試験においても水平方向地盤ばね定数は、碎石置換の効果により大幅に剛性を高める効果がみられた。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。

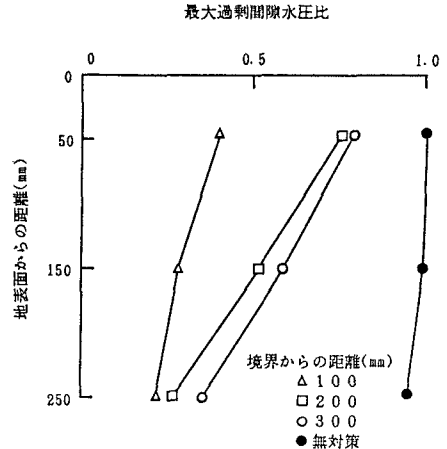


図3 最大過剰間隙水圧比と埋設深さの関係

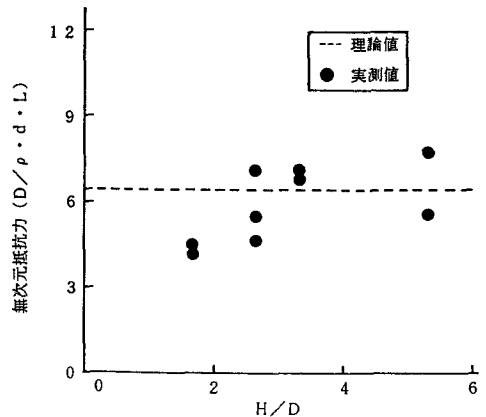


図4 液状化中の無次元抵抗力と H/D との関係

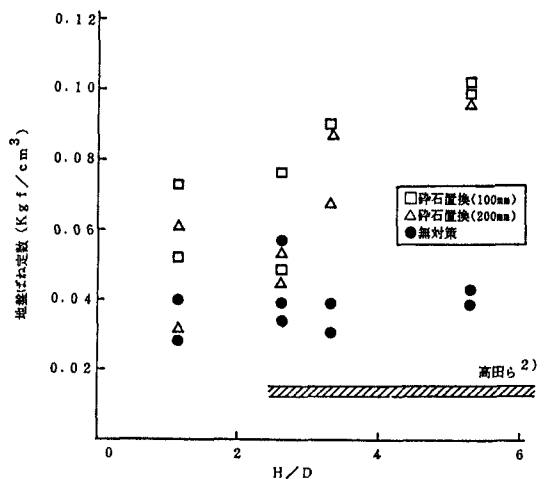


図5 地盤ばね定数と H/D との関係