

砕石を節杭に用いた液状化対策に関する実験的研究 その(2)

株式会社 武智工務所 ○桑山 晋一 勝又 誠  
細川 義隆

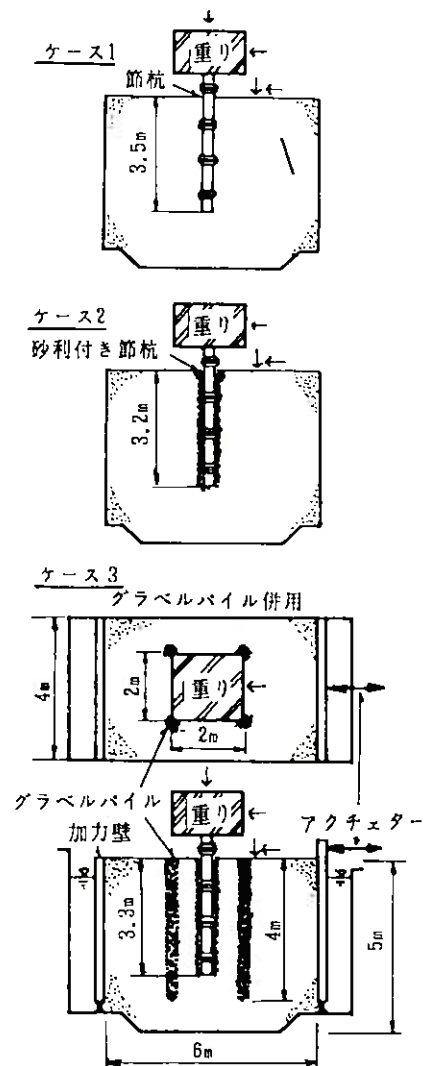
1. はじめに

地震時に液状化の起こる危険性のある地域において、建設物の需要は多くなっている。本研究では、これらの地域でも施工できる建設物の基礎を開発するための過程として、液状化の再現が可能な大型土槽内に節杭を施工した種々の比較実験を行ってきた。先のその(1)では、緩い砂地盤における埋め込み杭およびモンケンによる打ち込み杭の砕石を用いた場合の比較を行った。ここでは、緩い飽和砂地盤にバイプロハンマーを用いて節杭を打設し、地盤が締まった状態での液状化実験について述べる、さらに、節杭と砕石を組み合わせた3種類の実験について液状化の防止効果を検討した。

2. 実験概要

実験に用いた杭は、節杭(節部直径440mm、本体部300mm、長さ4m)の既製の杭である。実験の種類は、図-1に示した3ケースである。ケース1は、節杭のみで、砕石を用いないもの、ケース2は、節杭の周囲に砕石を充填したもの(以下砂利付き節杭と呼ぶ)、ケース3は、砂利付き節杭とその廻りに4本のグラベルパイルを組み合わせたものである。グラベルパイルは、砂利付き節杭の廻りに2mの間隔に配置した。地盤が液状化する過程において3ケースの杭と重りの挙動の差を大きくさせるように、重量7.19tfの重りを地上約1mの位置に重心がくるように杭頭に固定した。実験地盤は、水中落下法で緩い飽和砂地盤を造成したのち、杭を打設する方法をとった。杭の打設方法は、30馬力のバイプロハンマーで杭頭をつかみ加振しながら所定の深度まで杭を打ち込む方法をとった。砂利付き節杭は、杭打ち込み時に杭の周囲に砕石を盛り上げておいて、杭の貫入と同時に、杭の周囲に砕石を充填していく方法で施工した。グラベルパイルは、先端が開閉可能なケーシング(外径406mm、長さ5.5m)を上記バイプロハンマーで所定深度(GL.-4m)まで、打ち込んだ後、砕石をケーシング内に投入し、ケーシングだけを加振しながら抜きあげる方法をとった。なお3ケースとも杭施工後のコーン貫入試験より、杭心より半径約1.5m以内とその外部に強度差がみられたため、その外部を5馬力のバイプロハンマーで杭周囲と同程度の強度まで地盤を締め固めた。なお実験地盤の安定を考慮して、地盤の造成、杭打ち、重りの取り付け、液状化実験の間に1日程度の待ち時間をもうけた。液状化実験の方法は加力壁をアクチュエーターによって、一定振幅の正負の交番荷重(1Hzの正弦波、以下この荷重を加振力と呼ぶ)を20回繰り返す方法で、液状化に至るまで、段階的に加振力を上げていく方式をとった。実験に用いた装置の最大能力は、加振力35tfであり、この加振力の時のみ24回の繰り返しを行った。

地盤は珪砂6号、グラベルパイルおよび砂利は、6号砕石を使用した。図-1 各ケースの杭の配置図 (←変位計)



Experimental study of the method using gravel with Nodular Pile for mitigating liquefaction hazard (Part2)

:Shinichi Kuwayama, Makoto Katumata, Yoshitaka Hosokawa (Takechi Engineering Co. Ltd.)

### 3. 実験結果

地盤の強度分布を確認する目的で各ケースごとに土槽内に5～6点のオランダ式コーン貫入試験を行った。図-2は、各ケースの液状化実験前のコーン貫入抵抗値を深度ごとに平均したものの比較である。コーン抵抗値より、ケース3の地盤強度が多少小さいほかは、同程度の地盤強度になっている。ここで行った3ケースの実験とも地盤の締め固め効果によって、本試験装置の最大加振力35tfより小さい実験においては、際立った差はみられなかった。図-3は、加振力35tfにおける各ケースの地表面下2.4mにおける過剰間隙水圧比の経時変化を示したものである。また、図-4は、同加振力における、杭頭、地表面の水平変位を表したものであり、同じく図-5には、鉛直変位を示した。図-4、5中のケース1にある矢印は、実験時のケース1の杭の倒壊時刻を示す。このため、ケース1の加振は、12波目で停止した。実験後の観察より地表面下約70cmで杭が折れていた。ケース1は、加振開始10秒前後までに過剰間隙水圧が増加し、これにともなって、水平変位量も増加している。鉛直変位は、杭、地表面とも過剰間隙水圧比が0.5～0.6程度を越える、加振開始後6秒前後から急激に増加している。ケース1と同様な傾向がケース2にもみられるが、ケース2のほうは、鉛直変位が、加振開始後18秒前後に増加しだしていることから、ケース1に比べて12秒程有効応力の低下が遅れている。このことは、液状化が起こりにくくなっていることを示す。ケース3は、過剰間隙水圧比が加振24波目でも0.2程度におさえられているため、水平、鉛直の変位量ともほとんど生じなかった。以上の結果より、図-2から地盤強度が同じだとすると、ケース1、2、3の順に過剰間隙水圧の消散効果が大きくなっていることが分かる。これは、節杭に砕石を組み合わせる使用することによって砕石の過剰間隙水圧の消散の量に比例して、液状化の防止効果を増すことができることを示している。

### 4. まとめ

(1)地盤の締め固めの行える杭の施工法(バイプロハンマー)によって、緩い砂地盤(その(1)加振力12tfで液状化)にたいして約200%(加振力35tf)の液状化抵抗の増加があった。

(2)グラベルパイルのみでの液状化の防止効果は、前回の発表<sup>2)</sup>で示した。今回の発表では、砂利付き節杭についても節杭を単体で使用するよりは、液状化抵抗の増加がみこめることが分かった。

謝辞 本研究を行うにあたり、ご指導をいただいた、東京工業大学 吉見吉昭教授、同時松孝次助教授に深く感謝いたします。また、本研究は、通商産業省から重要技術開発費補助金によって行なわれた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1)Yoshimi Y., et.al. :LARGE-SCALE CYCLIC SHEAR BIN TO EVALUATE METHODS FOR MITIGATING LIQUEFACTION HAZARD, Soil and Foundation, Vol.26, No.3, pp137-142, Sept 1986
- 2)桑山、山下、細川、吉見:大型土槽の液状化実験によるグラベルパイルの効果の検討、第21回土質工学研究発表会、1986。

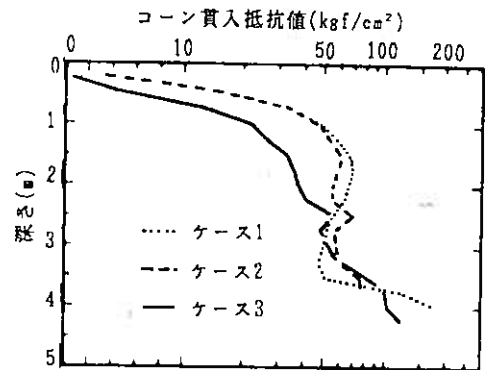


図-2 実験前のコーン貫入抵抗値の比較

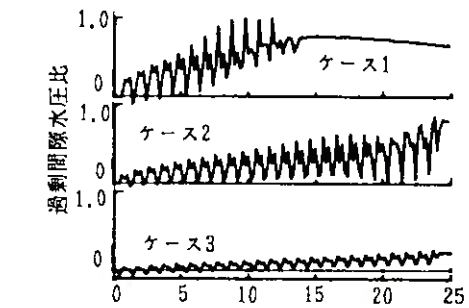


図-3 過剰間隙水圧比の経時変化 時間(秒)

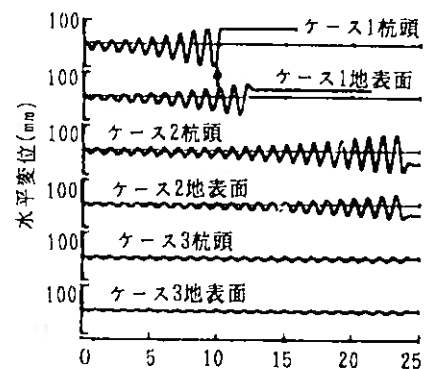


図-4 水平変位量の経時変化 時間(秒)

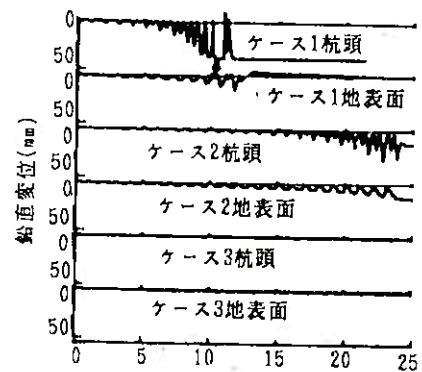


図-5 鉛直変位の経時変化 時間(秒)