

# 耐震機能基礎杭に関する基礎的研究

Fundamental studies on foundation piles including seismic-resistant functions

主任研究員:玉野 富雄

分担研究員:金岡 正信

## 共同研究組織全体の研究成果の中間総括

先の兵庫県南部地震時の基礎杭において衝撃上下動により生じたと考えられる引張衝撃破壊やせん断衝撃破壊形態が確認できた。こうした地震時衝撃上下動によると考えられる基礎杭の衝撃破壊の力学挙動については不明な点が多々残されており、解明に向けた実験的な研究が望まれるところである。また、今後の、巨大地震時での都市機能の保全のための基礎杭の耐震補強は看過できない緊急研究課題である。こうした立場より、本共同研究では、「耐震機能基礎杭の開発に関する基礎的研究」を行う。

従来、国内外で基礎杭の衝撃実験に関する研究が進められ、貴重な成果が示されてきているが、研究手法の多くは数値解析に基づくものである。各種条件下での詳細なモデル実験を行い、基礎杭の衝撃破壊力学現象を明らかにしようとする研究は、その重要性にかかわらず国内外であまり見られず、基礎的かつ実験的研究事例が少ない状況である。特に、衝撃支持力発生時の基礎底面下の地盤変形挙動や基礎杭体に発生する力学状態の変化を $\mu\epsilon$ や $\mu\text{sec}$ のオーダーで議論する必要があり、計測手法および実験データの解析手法の開発そのものが研究課題となっている。

本共同研究においては、衝撃地盤変形挙動のPIV解析を行っている。また、基礎杭にひずみゲージを貼り付け、超高速の条件で計測を行う計測手法も確立しつつある。

平成24年度における本共同研究においては、実験システムの構築のために、“円形軸対象3次元基礎杭衝撃載荷実験”、“半円形軸対象基礎杭衝撃載荷実験”および“直方形基礎杭を用いた衝撃載荷実験”の各種衝撃実験機の改良および新規実験機製作を行った。また、これらの衝撃実験を用いて衝撃実験を実施した。写真-1に平成24年度で新たに製作した高力積衝撃実験機を示す。

本共同研究のうち改良した実験機をもちいた平成24年度における実験成果は、次の論文として公表した。

- ① 金岡正信, 水谷夏樹, 荒木重信, 竹原幸生, 玉野富雄: 杭の衝撃支持力, 第10回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.239-246, 2012.10
- ② 金岡正信, 水谷夏樹, 小西秀明, 荒木重信, 竹原幸生, 玉野富雄: 落下重錘接地時の地盤力学挙動, 第10回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.189-194, 2012.10



写真-1 平成 24 年度で製作した高力積衝撃実験機

## 杭の衝撃支持力実験に関する研究

玉野 富雄(工学部)

本研究の研究成果は“金岡正信, 水谷夏樹, 荒木重信, 竹原幸生, 玉野富雄: 杭の衝撃支持力, 第10回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.239-246, 2012.10”で公表した。

本研究では、杭の衝撃支持力実験を砂地盤で行い、地震時衝撃上下動による杭の破壊力学現象について考察した。実験機概要を写真-2-(1)と写真-2-(2)に示す。衝撃支持力実験機は、軸対象3次元装置で、地盤の高さ50cm、直径80cmである。また、杭はアルミ製の高さ20cm、直径4cmで実験機の中心に設置し、杭の埋設深さは10cmである。衝撃力は、質量20kgおよび40kgの2種類の重錘を用い1mの高さから自由落下させて与えた。力積は88.5 N-secと177 N-secである。さらに、地盤上に厚さ5cmの鉄板を置き杭先端面に沈下を生じさせない実験および杭の断面積を1/2とした直径2.83cmの杭を用いた実験を比較のために行った。杭の沈下計測には最大毎秒100万コマ撮影でき103コマ記録できる超高速ビデオカメラを用いた。また、ひずみは毎秒20万回で計測し記録した。

主な実験結果を以下に示す。

- ① 衝撃極限支持力発生時の杭先端部ひずみは50 ~ 60  $\mu\epsilon$ の圧縮ひずみであり、静的実験に比べ約40倍のひずみが生じた。
- ② 衝撃極限支持力は、杭先端面の沈下が約0.3mmで生じた。衝撃極限支持力発生時の杭先端面下の地盤は剛体に近い力学挙動を示した。
- ③ 杭の先端地盤が沈下をしないように鉄板を地盤上に置いた力積177N-sec実験では、杭全体に1400  $\mu\epsilon$ の大きな圧縮ひずみが生じた。その結果、②で述べた約0.3mmの杭先端面沈下は杭に発生するひずみに大きく影響することがわかった。
- ④ 断面積1/2とした直径2.83cmの杭を用いた力積177 N-secの実験では、杭に205  $\mu\epsilon$ の大きな引張ひずみが生じた。205  $\mu\epsilon$ の引張ひずみはコンクリート杭を引張破断させる大きさのひずみであった。



写真-2-(1) 円形軸対称衝撃支持力実験機

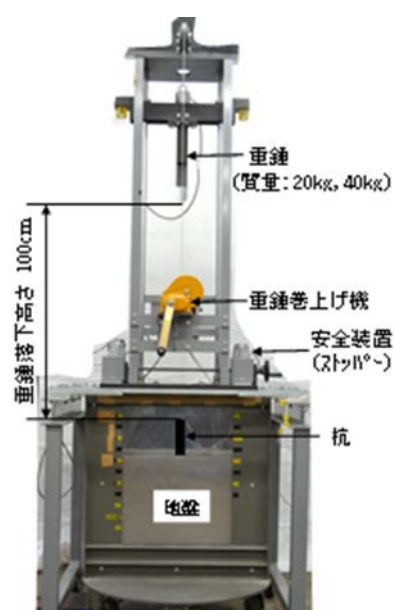


写真-2-(2) 半円形軸対称衝撃支持力実験機

# 落下重錘接地時の地盤力学挙動に関する研究

金岡 正信(工学部)

本研究の研究成果は“金岡正信, 水谷夏樹, 小西秀明, 荒木重信, 竹原幸生, 玉野富雄: 落下重錘接地時の地盤力学挙動, 第10回地盤改良シンポジウム論文集, 日本材料学会, pp.189-194, 2012.10”で公表した。落下重錘接地時の地盤力学挙動は、地盤工学における基礎的な研究課題である。しかしながら、衝撃挙動としての重錘の沈下や地盤変形挙動を正確に計測するうえで精度上の難しさがあり、さらなる実験研究が求められている。

こうした観点より、本研究では、写真-3に示す2次元砂地盤落下重錘実験機(地盤高さ50cm・長さ110cm・奥行30cm)を用い、1秒間に100万コマ撮影し、その内の103コマを画像記録できる超高速ビデオカメラを用い、画像解析を行い、重錘の時間一沈下関係および地盤変位ベクトルを正確に計測した。次に、画像解析結果をもとにPIV解析を行い、最大せん断ひずみ・体積ひずみ分布を求め種々の力学的考察を行った。

実験には、重錘として、質量20kgで直径10cm・長さ28cmのアルミ製円柱を横にして用いた。落下高さは40cm・60cm・80cmの3条件である。

主な実験結果を以下に要約する。

- ① 水平地盤・落下高さ40cm実験では最終沈下量3.8mm・沈下終了に要した時間0.023sec、60cm実験では4.0mm・0.02sec、80cm実験では4.5mm・0.02secであった。
- ② 水平地盤・落下高さ80cmの実験で、PIV解析より、最大せん断ひずみの最大値は18%、体積ひずみの最大値は22%であった。

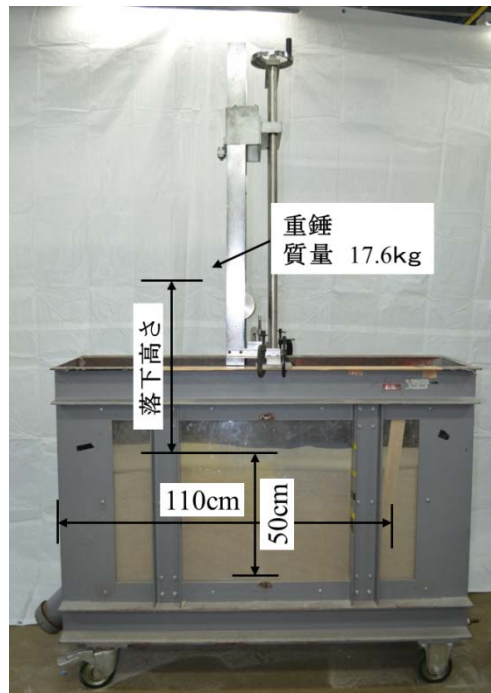


写真-3 2次元砂地盤落下重錘実験機