

# 直下型大地震における基礎杭の衝撃破壊挙動に関する 基礎的研究: 衝撃挙動の可視化とその力学解析

## Founadamental Impact Tests on Mortal Speciemens for Failure Patterns of Foundation Piles due to Up-Down Vibration in Earthuakes

玉野 富雄 金岡 正信  
(Tomio TAMANO) (Masanobu KANAOKA)

1995年に発生した兵庫県南部地震において、多くの構造物で非常に大きな鉛直成分の加速度をもった地震動（以下、衝撃上下動と呼ぶ）によると考えられる破壊が生じた。その中で、地中部における基礎杭においても、衝撃上下動によると考えられるせん断破壊や引張破壊の形態が基礎杭において観察された。これらの基礎杭の破壊形態は、他の地震時における基礎杭の被害報告事例では見あたらなかった破壊形態である。

こうした基礎杭に生じた破壊形態を力学的に明確に説明するためには、破壊に関係する力学的要因（たとえば、地盤特性、地震動特性、基礎杭の種類、基礎杭に作用していた載荷重、基礎杭東部の拘束条件、など）と破壊形態との力学的関連性を詳細に検討することが求められる。

また、兵庫県南部地震後に掘出された基礎杭の破壊発生状態を詳細に観察すると、静的載荷時と直下型の兵庫県南部地震のような衝撃載荷時とでは破壊の機構が違うということが特徴的に現れている。これらの鋼やコンクリート材料に対する衝撃圧縮および衝撃引張載荷時の破壊形態に関し、試験室レベルでさえも力学現象の把握は十分なものではない。

一般的に、静的な力学現象としてのモルタルあるいはコンクリートの純引張強度を測定することは難しく、その代わりとして、円柱供試体を横にして上下から圧縮力を加えて求める引張強度（圧裂強度と呼ばれている）試験が用いられることが多い。圧裂強度の試験法は簡便であり有用であるが、純引張強度とは、力学条件が異なることから、圧裂強度から地震時の衝撃引張強度を考えることには限界がある。

一方、衝撃実験法として、油圧装置を用いた衝撃突き上げ実験や振動台を用いた実験も行われてきている。また、衝撃圧縮載荷時において、応力波の反射・干渉により引張応力域が生じる場合があり、この力学現象を実験として調べる方法にポップキンソン棒法があるが、実験や計測が難しいことからモルタル供試体への適用は難しいようである。臺丸谷らは、エアール・ガン装置を用いた衝撃引張実験法である反射引張応力波法を用い、直径50mm、長さ750mmのモルタル供試体を用いた研究を行っている。これらの諸研究により、衝撃載荷時の破壊形態把握への取組みが進められてきているが、兵庫県南部地震時に生じた各種の基礎杭の破壊形態の発生力学機構については、不明な点が残されている。

こうした観点から、本研究においては、まず、神戸市魚崎埋立地において兵庫県南部地震後に掘出されたPC杭のせん断破壊形態およびベノト杭の引張破壊形態を示した。次に、衝撃圧縮および衝撃引張載荷兼用の重錘落下式衝撃実験機を製作し、同じ形状と寸法のモルタル供試体に対し衝撃圧縮および衝撃引張載荷実験を行い、実験結果を示した。得られた実験結果より神戸市魚崎埋立地における基礎杭の二つの衝撃破壊形態について考察を加

えた。

本研究を要約すると次のようである。

- ① 兵庫県南部地震後の被災現場における基礎杭の掘出し調査より、PC杭ではせん断破壊現象、ベノト杭では引張破壊現象が見られた。
- ② 基礎杭を模擬したモルタル供試体で、衝撃圧縮力の大きさにより、異なった衝撃破壊形態が観察できた。すなわち、衝撃力が大の場合：コーンと割裂破壊，衝撃力が中の場合：X状せん断破壊，衝撃力が小の場合：45°に近い角度のせん断破壊である。
- ③ 衝撃圧縮力がごく小さい場合でも、モルタル供試体に発生する反射引張応力波により、引張破壊が生じることがある。

日本材料学会誌「材料」平成17年11月号（Vol.54, No.11）に掲載

著者名 玉野富雄 金岡正信