

# 技術開発賞受賞の紹介

## 場所打ち杭の新載荷試験法の開発

DEVELOPMENT OF A NEW SIMPLIFIED LOAD TESTING METHOD OF A CAST-IN-PLACE CONCRETE PILE

青木一二三\*・丸山 修\*\*・藤岡豊一\*\*\*

Hifumi AOKI, Osamu MARUYAMA and Toyokazu FUJIOKA

\* 正会員 日本鉄道建設公団設計室主任技師  
(〒100 千代田区永田町 2-14-2)

\*\* 正会員 日本鉄道建設公団北陸新幹線建設局計画課係長

\*\*\* 正会員 千代田化工建設(株)建設2部課長

**Key Words:** cast-in-place concrete pile, pile test, axial loading test, test procedure, test equipment

### 1. はじめに

杭の支持力は鉛直載荷試験を行って確認するのが最も望ましい。しかし、杭頭に載荷する従来の鉛直載荷試験(以下、標準載荷試験という)では、反力杭や載荷桁等の反力装置に多額の費用を要する等の理由から、支持力や沈下性状の不明な杭あるいは新しい杭工法の開発などに限って実施されているのが実情である。

これに対して、今回開発した場所打ち杭の新しい載荷試験(以下、新載荷試験という)は、杭の先端に取り付けたジャッキで載荷するという発想を応用、発展させたもので、従来のような大規模な反力装置を必要としない安全かつ経済的な載荷試験システムである。

### 2. 新載荷試験の概要

新載荷試験は、図-1に示すように杭先端近くにあらかじめ装着したジャッキを用いて周面摩擦抵抗と先端抵抗とを相互反力にして載荷することによって、ジャッキ荷重とその上・下方向の変位および杭頭を含む各深度における杭のひずみと変位を測定する試験方法である。反力杭や載荷桁等の反力装置が不要であるため、次のような利点がある。

- ① 新載荷試験は、地上には変位測定のための基準梁が設置されるだけである。したがって、標準載荷試験に必要な不可欠な載荷桁等の大規模な装置の組立て・設置を要せず、載荷中の反力杭やグランドアンカーの引き抜けと載荷桁の安定に注意を払う必要もないため、安全性が高い。
- ② 標準載荷試験は、荷重規模が大きくなるにつれて反力装置に要する費用割合が増してくるが、新載荷試験は加力装置の費用割合はむしろ低くなることから、荷重規模が大きくなるほど経済性が向上する。

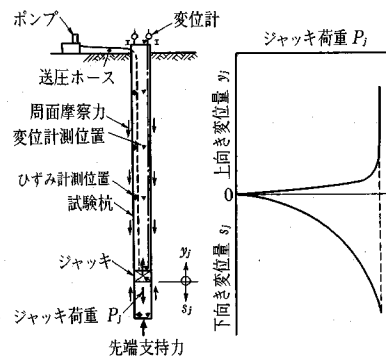


図-1 新載荷試験の模式図

また、特徴としては、次のようなものがある。

- ① 試験杭の杭先端近くのジャッキで載荷するため、周面摩擦力と先端支持力とを同時に分離して直接測定できる。
- ② 測定結果を用いて、荷重伝達解析<sup>1)</sup>により杭頭載荷相当の杭頭荷重-沈下量曲線に換算できる。

場所打ち杭の杭先端軸力は、標準載荷試験では杭断面積と杭体コンクリートのヤング係数を設定して鉄筋計のひずみを乗じて間接的に求めることから精度に難点があるが、新載荷試験では杭先端付近のジャッキに直接荷重を載荷することから高い精度を得ることができる。

また、換算ではあるが杭頭載荷相当の杭頭荷重-沈下量曲線を求めることができることは、多くの試験蓄積のある従来の標準載荷試験の支持力特性と比較したり、設計支持力を決めたりするために有効である。

### 3. 場所打ち杭の加力装置の特徴

試験杭は本杭と同じ施工方法で造成されなければならない。今回、新たに開発した場所打ち杭の加力装置を図

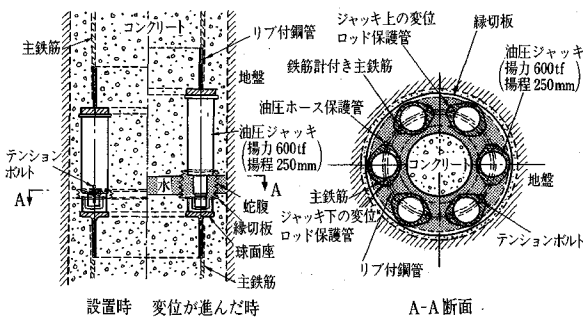


図-2 場所打ち杭用ジャッキの構造

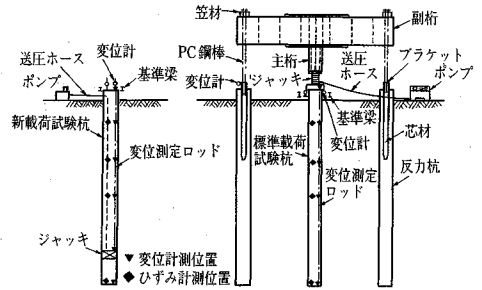


図-3 載荷試験装置の比較

—2に示す。ジャッキは、鉄筋かごと同一円周上に小径のジャッキを等間隔に配置して相互をホースで連結した多筒連動型ジャッキである。ピストンヘッドに球座面を加工し、縁切り位置にはドーナツ状に縫製加工した伸縮自在の蛇腹を縁切り鉄板に取り付け、テンションボルトで連結している。これの特徴としては、次のような点が挙げられる。

- ① ジャッキは鉄筋かごの任意の位置に装着でき、鉄筋かごと一体に建て込めるとともに、トレミー管による水中コンクリートの打込みを支障せず、ジャッキ周囲に確実にコンクリートを充填できる。
- ② 試験実施に先立ち、微小変位かつ低荷重で所定の位置で杭体コンクリートを切断・分離でき、地盤に与える影響を極力抑えることができる。
- ③ 試験実施中は、先端地盤の不均衡反力が生じてジャッキ下方の杭体が傾斜してもピストンが円滑に追従でき、正確な荷重が得られる。

#### 4. 新載荷試験の実施例

場所打ち杭の新載荷試験を実用化するために各種の要素技術を開発し、短い場所打ち杭を造成して確認試験を行い、改良を加えようと、北陸新幹線高崎市力地区高架橋のオールケーシング杭で載荷試験を実施した。

この試験では、標準載荷試験と新載荷試験の両方を実施している。図-3に示すように、新載荷試験の装置は極めてコンパクトである。

新載荷試験の結果を荷重伝達解析により杭頭載荷に換算し、標準載荷試験の結果と合わせて図-4に示す。標準載荷試験は載荷桁と反力杭の引抜きに対する安全性から十分な沈下が生じるまで載荷できていないが、新載荷試験はジャッキの能力限界まで載荷して十分な沈下を得ることができた。

今回開発した場所打ち杭の新載荷試験は、オールケーシング工法の外、場所打ち杭工法全般で実施できる。また、長方形の壁杭(地中連続壁工法)でも実施できる。

なお、杭長が短いあるいは杭周面地盤が軟弱なため先端支持力に比べ周面摩擦力が小さい場合でもシャッキ上

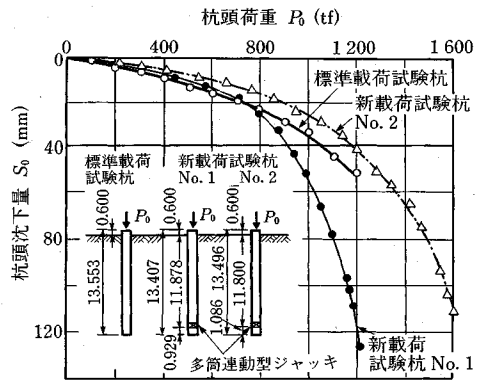


図-4 杭頭荷重-沈下量曲線の比較

の周面摩擦抵抗の不足分を補う小規模の反力装置(反力杭および載荷桁)を併用する反力杭併用方式を採用することによって、新載荷試験を経済的に実施することができ

#### 5. おわりに

先に述べたように、北陸新幹線において実施した新載荷試験では複数の載荷試験を経済的に実施できたことにより、支持力のばらつきも含めより確かな情報を提供することによって安全で合理的な設計を可能にした。

国内の代表的基準である道路橋示方書や建築基礎構造設計指針さらに英国の規格であるBS (British Standard) には載荷試験を行って杭基礎を設計する場合、信頼性が高まることを考慮して設計値を割り増しできるような規程になっている。一方、各種地盤で各種工法の杭の載荷試験が数多く行われれば支持力算定式の精度も高まっていくことになるであろう。このためにも安全で経済的に実施できる新載荷試験は有効な手段といえよう。

#### 参考文献

- 1) 藤岡・新井(邦)・新井(厚)・山田:新しい杭の載荷試験法の開発, 土と基礎, Vol. 39, No. 4, 1991.4. (1993.8.11 受付)