

## 杭の鉛直載荷試験基準の国際規格との相違点

載荷試験 国際規格 杭

ジャパンパイル株式会社 正会員 ○小梅慎平  
株式会社シーズエンジニアリング 国際会員 西村真二  
東京理科大学 国際会員 菊池喜昭  
杭の鉛直載荷試験基準改訂 WG

## 1. はじめに

「地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説 -第一回改訂版-」は、2002年（平成14年）の改訂・刊行から17年が経過した。地盤工学会基準部地盤設計・施工委員会（委員長：木幡行宏室蘭工業大学教授）は、国際規格との整合性を高めるとともに、実務において今まで以上に鉛直載荷試験を活用して杭の設計・施工が合理化されるよう、2018年度（平成30年度）より「杭の鉛直載荷試験基準改訂WG（グループリーダー：菊池喜昭東京理科大学教授）」（以下、改訂WG）を設置し、改訂作業を進めている。また、地盤工学会においては、1995年にJIS及びISO検討委員会が学会基準部内に発足してから、20年以上にわたり国際規格に対する重要性が説かれてきた<sup>1)</sup>。本稿では、杭の鉛直載荷試験方法のうち主に4つの試験方法（押込み試験方法、引抜き試験方法、急速載荷試験方法、衝撃載荷試験方法）における国際規格との相違点について報告する。

## 2. 国際規格との整合について

杭の鉛直載荷試験基準における国際規格対応については、政府方針および地盤工学会基準部の方針を踏まえ、基本的には表1に示すようにISO<sup>2) 3) 4)</sup>に対して優先的に整合性を高めていくこととする。中でも動的載荷については、技術的にはASTM<sup>5)</sup>がISOよりも先行しているが、上記の通りISOを優先して整合性を高めていくものとする。ただし、引抜き試験についてはISO規格が策定初期段階または未着手であると想定されるため、ASTMとの整合性を確認しておく。

表1 規格対応表

| 試験名    | 地盤工学会基準      | 国際規格                           |
|--------|--------------|--------------------------------|
| 押込み試験  | JGS1811-2002 | ISO/DIS 22477-1                |
| 引抜き試験  | JGS1813-2002 | ASTM D3689/D3689M - 07(2013)e1 |
| 急速載荷試験 | JGS1815-2002 | ISO/DIS 22477-10               |
| 衝撃載荷試験 | JGS1816-2002 | ISO/DIS 22477-4                |

## 3. 静的載荷試験基準と国際規格との相違点

静的載荷試験基準の国際規格との相違点として、主な項目を表2、表3に示す。

表2 押込み試験における相違点

| 項目           | 地盤工学会基準  | ISO   |
|--------------|--|---|
| 1 試験杭と反力杭の間隔 | 試験杭と反力杭の中心間隔は3D以上かつ1.5m以上とする。  | 試験杭と反力杭の最外縁の距離が2.5D以上かつ2.5m以上とする。（反力杭が試験杭よりも長い場合は5D以上かつ4m以上）マイクロパイルについては最小間隔を1.5mにできる緩和規定がある。   |
| 2 試験杭の養生期間   | 砂質土5日以上、粘性土14日以上   | 砂質土7日、粘性土21日～28日  |
| 3 載荷方法       | 荷重段階数：8段階以上<br>サイクル数：1サイクル又は多サイクルの場合は4サイクル以上<br>荷重保持時間：新規荷重で30分以上、履歴荷重で2分以上、0荷重時で15分以上 | 荷重段階数：8段階以上<br>サイクル数：1サイクル又は多サイクルの場合は2サイクル以上<br>荷重保持時間：1サイクルの場合は新規荷重で60分以上、多サイクルの場合は、各新規荷重で15分以上、各サイクルの最大荷重で60分以上、履歴荷重で10分以上、0荷重時で30分以上 |

表3 引抜き試験における相違点

| 項目           | 地盤工学会基準                       | ASTM   |
|--------------|-------------------------------|--|
| 1 試験杭と反力杭の間隔 | 試験杭と反力杭の中心間隔が 3D 以上かつ 1.5m 以上 | 試験杭と反力杭の最外縁の距離が 5D 以上かつ 2.5m 以上とする。  |
| 2 試験杭の養生期間   | 砂質土 5 日以上、粘性土 14 日以上          | 3 日～30 日あるいはそれ以上の期間  |
| 3 載荷方法       | 押込み試験基準参照                     | 6 種類の載荷方法がある。標準方法以外の 5 種類の載荷方法は技術者 (engineer) の判断で選択できる。標準方法は 1 サイクルを基本とし、荷重保持時間は 4 分～15 分とする。 |

#### 4. 動的載荷試験基準と国際規格との相違点

動的載荷試験基準の国際規格との相違点として、主な項目を表4、表5に示す。

表4 急速載荷試験における相違点

| 項目                | 地盤工学会基準  | ISO  |
|-------------------|--|--|
| 1 試験杭と基準点の間隔      | 10m 以上   | 15m 以上   |
| 2 試験杭の養生期間        | 砂質土 5 日以上、粘性土 14 日以上   | 試験杭の場合は粘性土以外 7 日、粘性土 21 日または 35 日とし、本杭の場合は粘性土以外 5 日、粘性土 14 日または 21 日 |
| 3 測定継続時間、サンプリング間隔 | 測定継続時間：載荷前の初期から杭の動揺収束まで<br>サンプリング間隔：1ms 以下、動的解析の場合は 0.1ms 以下 | 測定継続時間：載荷前の 0.05s から載荷後の 0.3s まで<br>サンプリング間隔：0.25ms 以下               |
| 4 除荷点法における補正      | 規定なし   | 杭種や地盤に依存する補正係数 $\eta$ を統計的に整理しており、 $\eta=0.66\sim 1.11$ としている。       |

表5 衝撃載荷試験における相違点

| 項目         | 地盤工学会基準                      | ISO   |
|------------|------------------------------|---|
| 1 重錘の質量    | 実績によるハンマーエネルギーと静的支持力の関係から選定。 | 杭の支持力の 2%以上、非常に硬質な地盤では杭の支持力の 1%でよい。   |
| 2 計測機器の測定  | 規定なし                         | ひずみ計は最大ひずみ $\geq 0.015$ (15000 $\mu$ ) 及び共振周波数 $\geq 2000\text{Hz}$ 、加速度計は 2000g までの直線性及び共振周波数 $\geq 2000\text{Hz}$ |
| 3 サンプリング間隔 | 0.1ms 以下                     | 0.2ms 以下  |
| 4 測定継続時間   | 応力波が杭体を往復する時間の 2～3 倍以上       | イベント前 10ms 以上、イベント後 100ms 以上  |

#### 5. おわりに

本稿では、杭の鉛直載荷試験基準と国際規格との相違点についての現状を整理した。国際規格との整合に向けた方向性としては、改訂 WG の委員を対象としたアンケートにおいて「無理に整合させる必要は無い」との意見が大勢を占めたことも踏まえ、日本特有の事情・過去の実績を有する規定については、必ずしも国際規格とは整合させないという方向で議論が進められている。ただし、「地盤工学会基準と国際規格が整合していても整合していなくても、根拠付けがなされていないと海外事業で使用する際に苦しい。」という意見もあり、今後、改訂 WG においては、各項目における具体的な不整合点をその根拠も含めて整理した上で、具体的な方針を決定していく予定である。会員各位におかれては、本稿を参考としつつ、DS において活発な議論をお願いしたい。

参考文献

- 1) 浅田素之・木幡行宏, 地盤工学会における ISO 活動の変遷, 地盤工学会誌, vol.67, No.2, 2019.2
- 2) ISO22477-1 : 2018 Geotechnical investigation and testing - Testing of geotechnical structures - Part1 : Testing of piles : static compression load testing
- 3) ISO22477-4 : 2018 Geotechnical investigation and testing - Testing of geotechnical structures - Part4 : Testing of piles dynamic load testing
- 4) ISO22477-10 : 2018 Geotechnical investigation and testing - Testing of geotechnical structures - Part10 : Testing of piles : rapid load testing
- 5) ASTM D3689/D3689M-07 : 2013 Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load