

アレイ架台基礎の滑動抵抗に関する実験的検討

(株)大林組 正会員 ○ 三浦 国春 正会員 玉井 礼子
 正会員 渡辺 一義 正会員 成田 研人
 (株)大林クリーンエナジー 山口 直寿

1. はじめに

アレイ架台基礎にコンクリート製直接基礎を採用した場合、アレイ架台の浮き上がりに対しては基礎重量で抵抗し、滑動に対しては基礎と基礎地盤の水平摩擦により抵抗する。コンクリート製基礎の大きさは、基礎地盤との摩擦抵抗の大きさに依存することが多い。本稿では、基礎地盤が岩盤である現場でのコンクリート製基礎の滑動抵抗について、実大模型実験を行った結果とその考察を報告する。

2. 試験の背景

一般に、アレイ架台および基礎は、JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持物設計標準に準拠して設計を行うことが多い。当現場のアレイ架台基礎の基本設計では、設計用水平震度 $k_h=0.2$ 、基礎地盤の摩擦係数 $\mu=0.6$ により基礎仕様を決定していた。基礎地盤の摩擦係数は指針類から摩擦係数を設定した。しかし、施工開始直後、近い将来前述の JIS が改定となる見込みであり、基礎の設計用水平震度が $k_h=0.3$ 以上となる可能性があるとの情報が入った。この条件下では当現場での基礎仕様は、地震時で決定する。そこで設計用水平震度が $k_h=0.3$ となっても基礎を補強することなく現在の基礎仕様で問題ないことを確認することとした。

3. 試験概要

試験体は、頁岩の切土地盤に不陸整正として切土した岩砕を厚さ 30~50mm 敷均し転圧した基礎地盤に、コンクリートを直接打設して 3 体製作した。岩砕での不陸整正および基礎コンクリートを基礎地盤に直接打設する方法は、実際の基礎の施工と同条件である。試験概要を図-1 に示す。試験体の寸法は、実物大の $W500\text{mm} \times L3400\text{mm} \times h200\text{mm}$ (21・8・20N) とし、油圧ジャッキ (100kN)、油圧ポンプを用いた荷重制御で、水平荷重、変位を計測した。載荷速度は 1 kN/min とし、変位量は 2 秒間隔

で測定した。載荷は後述するように 2 段階に分けて行った。試験体は基礎地盤上にコンクリートを直接打設していることより、基礎と基礎地盤間に大きな摩擦抵抗が期待される。1 段階目はこの摩擦抵抗を受け基礎が動きだすまでを初期載荷試験とした。2 段階目は一旦初期載荷試験荷重を除荷し、変位計をリセットして再度載荷する二次載荷試験とした。

4. 試験結果

試験より得られた荷重-変位曲線を図-2 に示す。初期載荷試験では、基礎の自重を超える水平荷重を載荷しても基礎に滑動は見られず、滑動し始めても 5mm~10mm 移動するまでは試験体背面の背面地盤が抵抗し載荷荷重は上昇を続けた。初期載荷でのピーク荷重 (W_p) は試験体重量 (W) の 2 倍以上を示し、その後急激に荷重低下および変位量 (移動量) が大きくなった。No.1 試験体は他の試験体よりピーク荷重及び滑動荷重が小さくなっている。これは No.1 試験体部の基礎地盤の転圧不良が原因と推定した。二次載荷試験では、初期載荷とは異なり自重以下で滑動が始まった。二次載荷試験でのピーク荷重は試験体重量の 1.3 倍程度で、ピーク荷重後の荷重低下は緩やかであった。初期載荷試験時および二次載荷試験時に基礎が移動し始めた荷重をそれぞれ初期滑動荷重 (W_f)、二次滑動荷重 (W_s) とし、それ

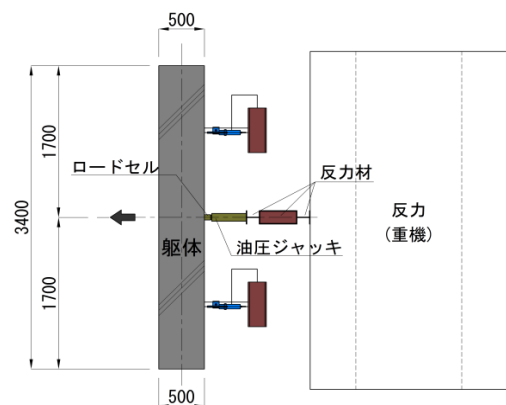


図-1 試験概要 (平面図)

キーワード：太陽光発電、摩擦係数、直接基礎

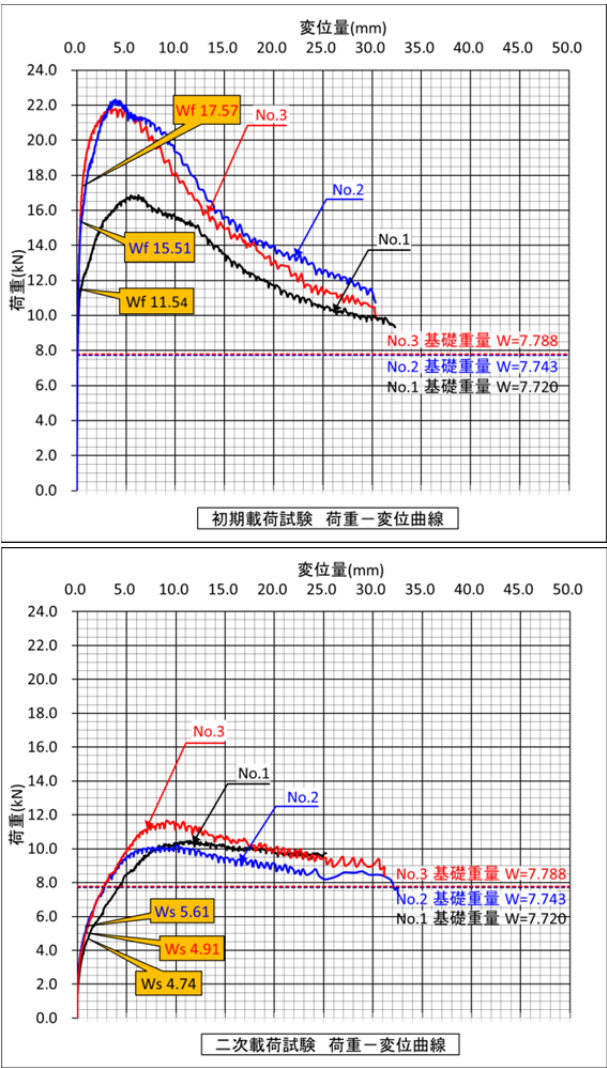
連絡先：(株)大林組 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL：03-5769-1322 FAX：03-5769-1978

らを基礎重量で除した値を初期摩擦係数 (μf)、二次摩擦係数 (μs) とした。試験結果を表－1 に示す。

試験の結果、基礎地盤とコンクリート基礎間の初期摩擦係数は $\mu f=1.91$ となった。この数値は計算上ではあるが、基礎の設計水平震度 $k_h=1.0$ 相当(震度7以上)に耐えうる摩擦係数となっている。試験体の下面には、コンクリート打設時に付いたと思われる岩砕が付着していた。この付着した岩砕があたかもせん断キーのような働きをしていたと考えられる。試験体は基礎の背面地盤が乱されると、載荷荷重は急激に下がり移動量も大きくなった。二次載荷試験の摩擦係数は $\mu s=0.65$ であった。初期載荷試験時に30mm～40mm 水平移動させた後に引き続き試験を行った。試験体に付着した岩砕の下は、基礎地盤および背面地盤も乱された状態であった。これらのことより一度移動した試験体下の基礎地盤の摩擦係数は小さくなっており、背面地盤の抵抗も小さくなっていたと推測できる。さらに検証するため、近傍エリアで実施した岩砕による盛土部の平板載荷試験結果より、内部摩擦角 ϕ を逆算することとした。支持力式は「建築基礎構造設計指針」より砂質地盤の場合における $\gamma_1 \cdot N_r = q_{test} / (\beta_t \cdot B_t)$ 用いて N_r を逆算し、支持力係数表より内部摩擦角 $\phi \cong 37^\circ$ を得た (γ_1 :単位体積重量, N_r :支持力係数, q_{test} :最大接地圧, β_t :載荷板の形状係数, B_t :載荷板の幅)。指針類による参考値では、締め固めた礫や礫混じり砂の内部摩擦角は $35^\circ \sim 40^\circ$ より、妥当な数値と考えられる。この内部摩擦角より摩擦係数を推定すると $\mu = \tan \phi = 0.75$ となる。乱された基礎地盤の二次摩擦係数は $\mu s=0.65$ であり、当該現場において適切に転圧された基礎地盤の摩擦係数は $0.70 \sim 0.75$ 程度を期待できると考えられる。基本設計では $\mu = 0.6$ を採用したが、安全側の設計条件になっていることを確認した。当現場では、岩砕の上に直接コンクリートを打設する施工手順となっており、初期摩擦係数が当現場での摩擦係数と見なすことができる。このことより当現場の基礎仕様は、仮に設計水平震度が $k_h=0.3$ となっても、基礎仕様を変更することなく基礎の水平滑動に対し、十分な裕度を有していることが検証された。

5. おわりに

今回の試験結果より、適切に転圧された基礎地盤



図－2 荷重－変位曲線
表－1 試験結果

試験体 No.	基礎重量 (kN)	ピーク荷重 Wp (kN)	初期滑動荷重 Wf (kN)	二次滑動荷重 Ws (kN)	初期摩擦係数 μf	二次摩擦係数 μs
①	7.720	16.86	11.54	4.74	1.49	0.61
②	7.743	22.32	15.51	5.61	2.00	0.72
③	7.788	21.86	17.57	4.91	2.26	0.63
平均	7.750	20.35	14.87	5.08	1.91	0.65

に直接打設したコンクリート製直接基礎を構築するという当現場の施工方法においては、指針類で用いられるコンクリートと基礎地盤間の摩擦係数よりも大きくなることが期待できる。また、基礎が滑動を始めたとしても、基礎の変位量が架台に悪影響を与えるような大きな変位量となるまでには、基礎の背面地盤の滑動抵抗が有効に働く事が期待できることも確認できた。このことよりこのような施工条件下では、一般的に用いられる摩擦係数で基礎仕様を設計しても滑動に対し十分な裕度を有していると考えられる。また事前に施工試験を行うことにより、最適な基礎仕様を設定することも可能と考える。