

大規模な仮受け工における仮受けジャッキ自動制御システムの開発

神戸高速鉄道株式会社 正会員 ○井上 真次

神戸高速鉄道株式会社 正会員 長光 弘司

神戸高速鉄道株式会社 荒西 基泰

鹿島・奥村・佐藤・森・ハシ建設工事共同企業体 正会員 渡辺 幹広

オックスジャッキ株式会社 影山 信和

1. はじめに

当工事は鉄道函体を 120 台の特殊油圧ジャッキで支持するアンダーピニング工事であり、平成 15 年度より函体下の地盤改良からメッセル導坑掘削、仮受け杭工を順次着手しており、平成 16 年度より本格的な函体仮受けの時期を迎えた。設計では 3 次元シェルでモデル化した F E M 解析により杭反力及び函体変位を算定して函体への影響を評価した上で、プレロード荷重の設定を行っており、平成 14 年度の先行仮受け部 1、22 通りでの検証では、実績と解析結果を比較考察することによって、解析に用いた 3 次元シェルモデルが実際に近い状態を概ね模擬出来ていることを確認した。今回、本格的なジャッキ管理を始めるにあたり、先行部のジャッキ荷重や変位、周辺部掘削後の地盤変位等の最新データを取り入れたジャッキストロークの設定と、新しい自動制御システムの導入を行ったので、これを紹介する。

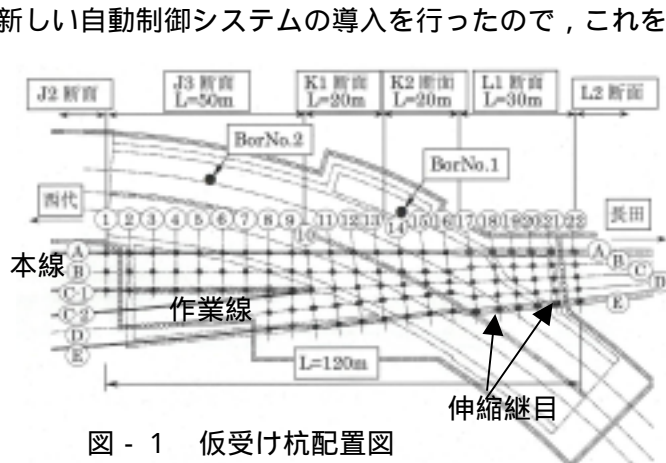


図 - 1 仮受け杭配置図

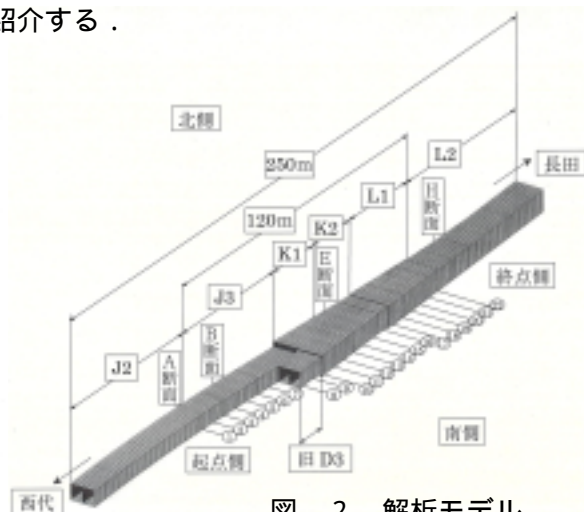


図 - 2 解析モデル

2. ジャッキストロークの設定

(1) 設定要素

ジャッキストロークに影響を与える要因としては、プレロードによる杭の弾性沈下(δ 1)、掘削部の周面摩擦がある場合の支持地盤の沈下(δ 2)、函体の隆起(δ 3)、導坑掘削に伴う沈下(δ 4)、最終床付けまでの掘削によるフリクション切れに伴う沈下(δ 5)、リバウンド(δ 6)、2次圧密(δ 7)、鋼管やジャッキ油圧の温度変化による伸縮(δ 8)などが考えられ、ジャッキストローク量δ(伸び:正)は、

$$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 - \delta_4 + \delta_5 - \delta_6 + \delta_7 - \delta_8 \quad \delta \quad \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 - \delta_6 + \delta_7 + \delta_8$$

となり、これを考慮してジャッキの初期ストローク位置を設定した。

(2) 実績を踏まえた設定値の見直し

全般的な仮受けの前には解析による一連の予測は行っているが、先行部の観測結果等を参考に、より現実
に即した形で見直しを進めている。δ 2，δ 5 は掘削部杭周の泥水固化強度やスライム除去状況などの実績
を考慮するとともに、想定外の沈下に早期に対応するために、仮受け杭にひずみ計を取り付けて、軸力の伝
達状況を逐次把握することとした。δ 3 及びδ 4 は 3 次元シェル解析で求まるが、J 3，L 1 断面について
は、1，22 通りでの荷重と変位の関係が得られているため、これを他の通りにも適用した。原設計 F E M 解
析では代表断面での値は算出されているのでこれを基準とするが、現場は 6 次掘削まで完了しており、掘削
敷内に 3 箇所設けたリバウンド計の実測値は、仮受け基盤までの掘削終了後、仮受杭根入れ部付近で 5mm

キーワード 仮受けジャッキ，沈下，隆起，計測

連絡先 〒653-0016 神戸市長田区北町 2-1 T E L 078-578-1761 F A X 078-578-1767

以下と小さかった。したがって、比例計算すればFEM解析による予測値の1/3程度であり、今後のジャッキ制御すべきリバウンド量は10mm程度と想定した。δ8については、1,22通りの経時変化をみると、温度変化によりジャッキ反力も影響を受けているため、これによる伸縮量を把握した。原因は鋼管やジャッキ内の油圧の膨張伸縮と思われるが、これまで約1年間の計測で温度によると思われる杭の変位量は1mm以下（外気接触長3.0m、温度変化10℃）であるため、ジャッキストロークレンジに係わる問題にはならないと考えられる。なお、δ7については、粘土層UDc2上に先端支持される1通りにのみ適用し、約12mmである。以上のような複数の要素を加味して検討した結果、制御すべき変位は40mm程度以内と想定される。

3. 自動制御システムの開発

(1) 目的と概要

ジャッキ操作を行う際、これまでは荷重のステップ増圧または減圧を手動で行っており、広範囲の荷重や変位の調整を行う場合は複数のオペレータが試行錯誤によりジャッキ単体を順次調整していた。当現場は大規模でありかつ函体構造が複雑で、5年程度の長期間にわたって維持管理していかなければならず、従来のように人間が張り付いての頻繁なジャッキ操作の繰り返しには限界があることが想定された。そこで今回は、ある一定の制御しない幅（非制御域）を設け、これを超過するものに対して自動で元の状態に戻ることと、単体のみで制御（基本制御）しきれなくなった場合に、周辺のジャッキに支援を要請し、多点を同時に調整する（グループ制御）ように仕組まれた自動制御システムを開発し、迅速な調整と人的ミスの排除を目指した。

(2) 制御フロー

荷重の非制御域は設計荷重に対して±10%、変位の非制御域は日常変動幅の±0.3mmとした。制御フローを図-3に示すが、基本制御からグループ制御に移行する時点およびグループ制御状況では、随所に人間の判断と協議を介在させている。

(3) 函体の計測方法

ジャッキ自動制御システムを精度良く稼働させるためには、入力値として与えられる計測データを精度良く得ることが不可欠である。縦断方向についてはすでに鉄道函体の側壁部に設置されている水盛沈下計、横断方向については、現場で稼働させるうえで最適な計測方法を比較検討し、試験計測を行った結果、図-4に示すように、鉄道函体の下にワイヤ（ピアノ線φ1.2mm）を設置し、無反力変位計で基準梁と函体下床版との間隔を計測して下床版の変形量を算出する方法を採用した。

(4) 安全対策

ハード面においては、異常増圧時には、油圧発生源である電動ポンプユニットの圧力調整弁を所定の元圧力に設定して増圧の制限を行う。異常減圧あるいは油圧ホース切断時には、遊間0.5mmに設定された安全ナットにより支持される。ソフト面においては、データ転送異常、計測センサー異常を感知した場合、停電により制御不能となった場合等に、即座に警報を発令し、担当者の携帯電話に転送される。

4. おわりに

今回、事前に起こりうる事態をできる限り想定してシミュレーションし、ジャッキ反力と変位の目安を設定して自動制御システムに反映させた。施工中は構築したシステムを絶対視することなく、想定外の変状が生じた場合、現状及び次ステップ以降の安全確認や、どの程度のジャッキ制御を行えば良いのかなどの判定を随時行いながら、常に改善を加えていく予定である。想定した変位量の検証、自動制御システムの稼働実績などが、講演会の時点ではさらに紹介できると考えている。

参考文献 1)田島,井上,長光他;大規模なアダ・ベ・ンガの設計と施工(その2),第38回地盤工学研究発表会,pp.1739-1740,2003.7

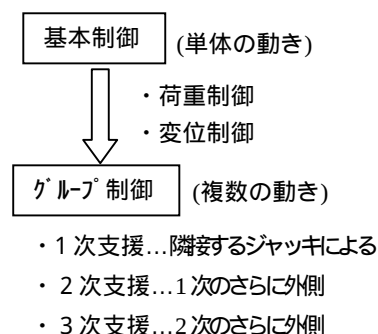


図-3 制御フロー

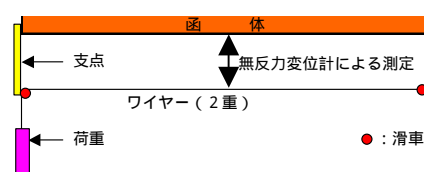


図-4 横断方向変位測定