

## パイプルーフ工法における支持杭による地盤支保メカニズム

早稲田大学 学生会員 ○田添 郷一  
 早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一  
 尼崎築港株式会社 正会員 岡部 安治

### 1. 研究背景および目的

都市部の地下工事では、工事現場に近接して既設の構造物が存在することが一般的なので、工事に伴う既設構造物への影響をできる限り小さくすることが要求される。そんな中、山岳トンネル掘削時の補助工法としてパイプルーフ工法が開発された。地盤変状を抑制するとされている本工法の設計は経験的に行っており、地盤変状メカニズムは未だ解明されていない。本工法での内部掘削作業や本体構造物構築を行う際の地下埋設管・構造物、地上部および工事の安全性への影響が懸念され、安全で経済的な設計・施工を行うためにもパイプルーフ工法の地盤変状抑制メカニズムの解明は急務となっている。

そこで本研究では、パイプルーフ工法を用いた工事の現場計測データと現場の施工過程をモデル化した有限要素法 (Finite Element Method : 以下 FEM) シミュレーションでの解析データを比較することにより、本工法における支持杭による地盤支保メカニズムを解明することを目的とする。

### 2. 施工過程概要

前節で述べた課題認識にたつて、本研究ではパイプルーフ工法を都市部の軟弱地盤に適用した具体的工事事例として、2009年3月に開業した阪神西大阪延伸線鉄道工事を取り上げる。本路線は開業時に阪神なんば線と名付けられた。阪神なんば線は阪神西九条駅を起点に、近鉄難波駅に至る建設延長 3.4km の路線である。そのうち、九条駅に近い中央大通り交差部は図 2.1 に示すように阪神高速道路高架の基礎、水道、下水、電力、NTT、ガスなどの工作物が輻輳しているため、開削による切りまわし工事は困難であった。そのため、パイプルーフ工法が選択された。

図 2.2 は中央大通り交差部における施工部分を西九条側から見た断面図である。パイプルーフ打設後に先進導坑、上半掘削および下半掘削が施工された。図 2.3 は掘削部の平面図上に先進導坑および上半掘削の掘削手順を示したものである。また九条側に近い測点 1・2 の 2 箇所層別沈下計、傾斜計による 3 次元地盤変状計測が実施され、その他に導坑掘削時に支持杭には軸力計測器が、パイプルーフ No.16,21 鋼管内に鉛直変位計測器が設置されている。



図 2.1 工事位置概要図

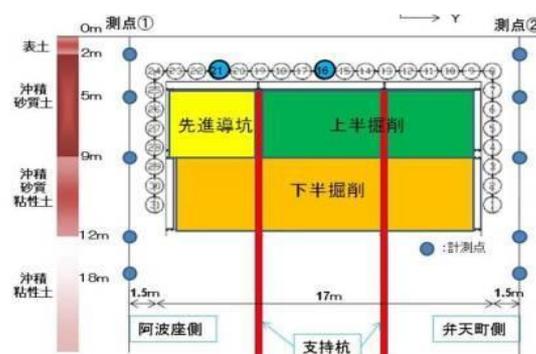


図 2.2 掘削断面図

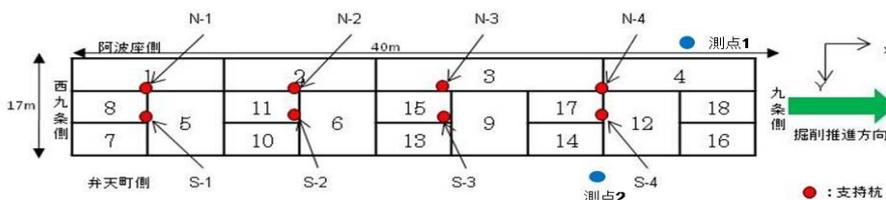


図 2.3 平面図

キーワード パイプルーフ, 有限要素法, 支保工

連絡先 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 西早稲田キャンパス 58-205 赤木研究室 TEL03-5286-3405

### 3. 実測値と解析値の比較と考察

図 3.1 と表 3 は解析に用いたメッシュと材料係数である。解析では、支持杭下端をメッシュ底面とした基本解析と支持杭ヤング率を表 3 の値の 0.1 倍、10 倍とした場合及び支持杭の根入れ深さを 18m、12m と短くした場合を比較した。

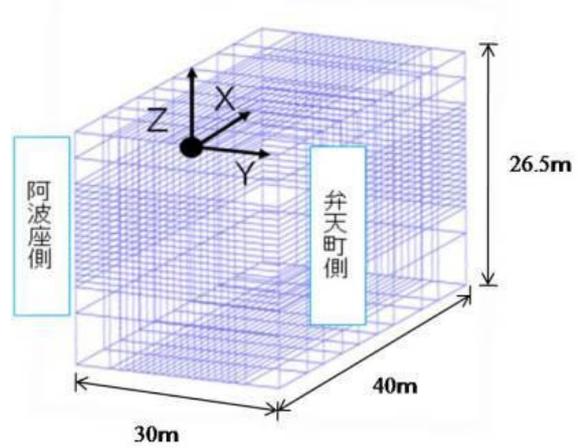


図 3.1 三次元メッシュ図

図 3.2 および図 3.3 は下半掘削終了時の測点 1・2 で深度 9m 位置における z 方向沈下量の実測値と各条件での解析値を比較したものである。測点 1・2 とともに最終沈下量は実測値で約 17mm，基本解析値で約 20mm を得られたのに対し、支持杭ヤング率 10 倍解析でも約 15mm と大きな差はなかった。それに対し、支持杭ヤング率 0.1 倍解析では約 37mm と著しい差が生じた。この解析結果から、現場で使用された支持杭の剛性が適切なものであり、この値に満たないものを使用してしまうと急激に大きな沈下量が生じていたことが予測される。

表 3 各材料のヤング率

材料	ヤング率[kN/m <sup>2</sup> ]
表土	5.00×10 <sup>5</sup>
沖積砂質土	2.77×10 <sup>5</sup>
沖積砂質粘性土	3.46×10 <sup>5</sup>
沖積粘性土	2.30×10 <sup>5</sup>
地盤改良土	2.77×10 <sup>6</sup>
パイプルーフ	7.26×10 <sup>8</sup>
支持杭	2.71×10 <sup>9</sup>

また、支持杭の根入れ深さを 18m、12m まで短くして行った解析では、18m 杭で約 48mm，12m 杭で約 49mm と基本解析値と比較し、大きな沈下量が得られた。しかし、支持杭を短くしたそれぞれに対して沈下量の差は認められなかった。これは、図 2.2 の掘削断面図において、深度 12m 付近で沖積砂質粘性土から沖積粘性土になっていることが分かり、支持杭底部に存在する沖積粘性土のヤング率によって沈下量が支配されることを示している。

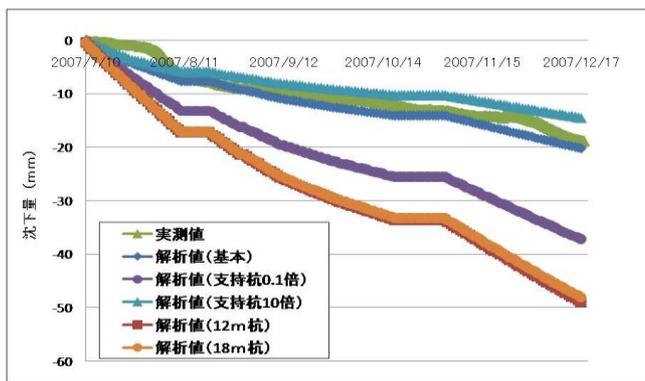


図 3.2 沈下量比較図 (測点 1 深度 9m)

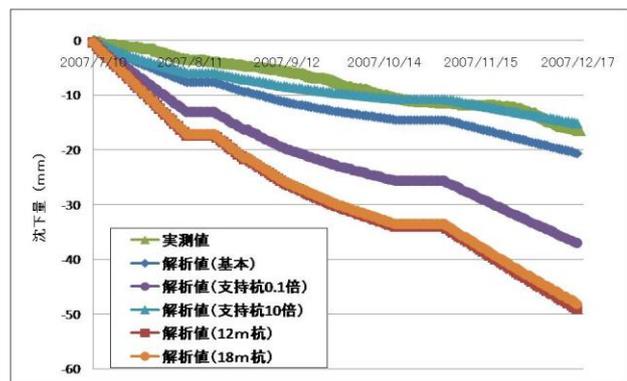


図 3.3 沈下量比較図 (測点 2 深度 9m)

### 5. まとめ

パイプルーフによる地盤支保性能は、内部支保工の支持杭が大きな役割を果たし、その剛性や杭の長さは現場の地盤強度に応じて適切なものを選び出す必要があると考えられる。

(参考文献)

赤木, 小宮, 岡部, 田添; パイプルーフ工法の施工過程を考慮した地盤変状解析

土木学会第 64 回年次学術講演会(平成 21 年 9 月) P625 - P626



