

III-B 221

列車荷重による仮土留工の変位測定(その3)

—FEM 解析—

JR 東日本 正会員 桑原 清

正会員 小西 康人

正会員 自閑 泰直

1. はじめに

建設工事による列車徐行速度向上の検討を行っており、列車走行による荷重が掘削土留工に与える影響について明らかにするために、営業線に近接したいくつかの掘削現場において列車通過時の土留工の挙動を計測した¹⁾²⁾。また、その際得られた実測データを元に弾塑性法による設計における列車荷重の評価について考察した³⁾。

本稿では、列車通過時の土留めの挙動について FEM によるシミュレーションを試みた結果について報告する。

2. 解析モデル

対象とした現場は、埼玉県蓮田市の JR 宇都宮線に近接した掘削現場である。解析には SuperFLUSH を用いた。図-1 に全体モデル図を、図-2 に軌道付近の拡大図を示す。土留工は親杭横矢板工法であり、親杭(H-400)を梁要素とした。地盤物性値は地質柱状図からの推定値である。レール、マクラギ、バラストなどの軌道材料により列車荷重が一様に分散されて路盤に伝達されるものと仮定し、軌道部に幅 4m の剛体ビームをおいた。解析においては、レールのひずみを測定して得られた荷重を 1 レール当りの輪重とし、その 2 倍の荷重で軌道中心（剛体ビームの中心）を鉛直方向に加振した。なお、列車荷重による地盤のせん断ひずみは大きくないと想定されることから解析は線形解析とした。

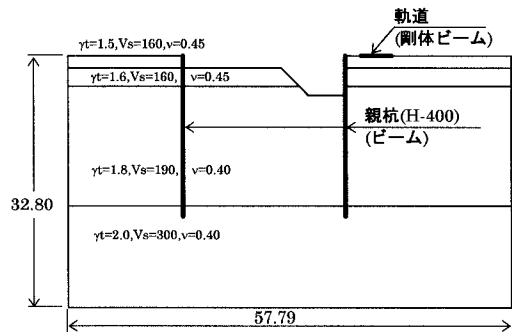


図-1 モデル図（全体図）

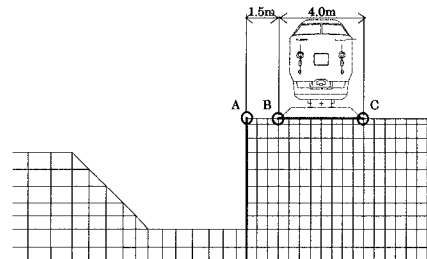


図-2 モデル図（拡大図）

一般に、列車振動による線路近傍の地表面加速度は 50Hz～80Hz という短周期で卓越するが、今回計測した輪重および親杭頭部の水平変位のフーリエスペクトルは、ともにおおむね 10Hz までで収束する。このことから今回の解析は 20Hz までとした。解析対象とした列車は 11 両編成の普通列車である。図-3 に示した輪重の測定波形は列車の軸配置を良く表しており、同図よりこの列車の速度は 83km/h と推測される。図-3 の符号は下向きの力が正(+), 上向きの力が負(-)であり、車軸と車軸の間の波はレールの振動によるものと思われる。軌道の構造から、上向きの力が路盤に与える影響は無視できるものと考え、解析においては下向きの力のみ考慮することとした。

3. 解析結果

(1) 実測値との比較

図-4 に計算で得られた親杭頭部の水平変位(A_H)の時刻歴を、図-6 に同じく軌道左下の路盤面の鉛直変位(B_V)の時

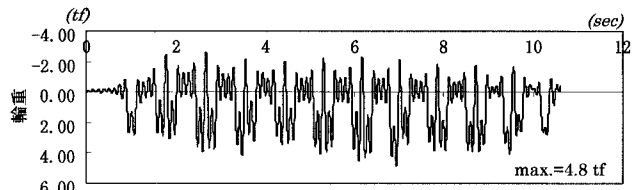


図-3 輪重の測定波形

刻歴を示した。また、図－5には A_H の実測値を示した。

図－4と図－5を比較すると変位の最大値が実測値 0.18mm に対して計算値 0.24mm と若干大きめに計算されるものの、時刻歴の全体的な形状は良く一致している。このことから今回の解析が親杭頭部の変位の傾向をおおむねシミュレートできていることがわかる。ただ、計算結果の方が実測波形に比べ短周期の波が見られる。これは、計算モデルでは列車荷重が直接路盤面に伝達されるのとは異なり、実際の軌道では軌道材料によって短周期成分が減衰されているものと考えられる。同様に、最大値の相違にも軌道材料の効果が含まれるものと推測される。

(2) 列車速度の効果

列車速度の効果についてFEMにより検証した。我々のこれまでの現場計測に於いては、列車の輪重と土留工の変位との相関は認められたものの、列車の走行速度と土留工の変位、または、輪重との顕著な相関は認められていない。そこで今回、輪重は速度によって変化しないものと仮定して、図－3の波形の時間軸を変化させることにより速度の効果を見ることにした。その結果が表－1である。ここでは、元波形(83km/h)による計算結果と、時間を1/2倍(166km/h)、2倍(41km/h)にした場合の計算結果および実測値(83km/h)について比較している。これによれば、通常の営業速度内では、列車速度の変化によって近接土留工の変位に大きな変化が無いことが解る。

4. おわりに

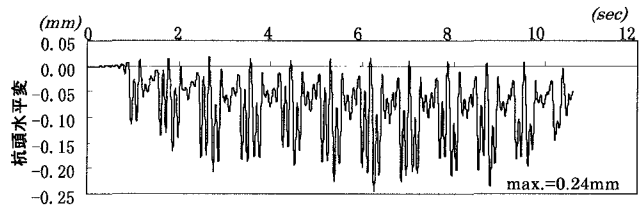
今回の解析を通じて以下のことが解った。

- ① SuperFLUSHにより、列車通過時の近接土留工の挙動をおおむねシミュレーションすることができる。
- ② 土留工に与える影響については、列車の徐行の効果は認めらない。

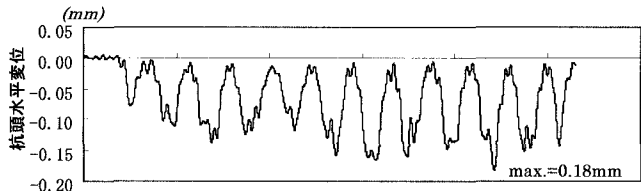
今後、対象現場および列車種類を広げ解析ケースを増やすとともに、軌道材料のモデル化などの検討を加えてシミュレーションの精度を上げていきたいと考えている。

<参考文献>

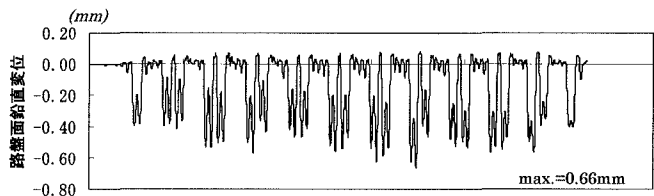
- 1)星野，加藤，関谷：列車荷重による仮土留工の変位測定(その1)，土木学会第51回年次学術講演会
- 2)加藤，自閑，関谷：列車荷重による仮土留工の変位測定(その2)，土木学会第51回年次学術講演会
- 3)桑原，小西，自閑，坂下：列車荷重による掘削土留工の変位に関する一考察，第31回地盤工学研究発表会



図－4 杭頭水平変位（計算値）



図－5 杭頭水平変位（実測値）



図－6 路盤面鉛直変位（計算値）

表－1 列車速度による比較

列車速度 km/h	A_H mm	B_v mm	C_v mm
41	0.24	0.70	0.50
83	0.24	0.66	0.47
83(実測)	0.18	---	---
166	0.20	0.65	0.46