

面的制約条件に加え深度方向を含んだ総合河道計画検討に対する考察

セントラルコンサルタント株式会社
名城大学

正会員 ○兼松祐志・川添昌紀
正会員 小高猛司・崔 瑛

1. はじめに

現在、多くの河川では河川整備計画が策定されており、同計画論を基に河道計画検討が為されている。しかし、現河道計画は面的な観点から家屋や周辺既設構造物を考慮した検討は為されているが、盛土や掘削による既設構造物への影響や地質状況など、深度方向への観点が重要視されておらず、机上の計画論となっている。

本業務では、軟弱地盤層への対策として基盤層-50m~60m まで杭基礎が設置されている高圧送電線（以下、鉄塔と記す）および周辺地盤に対し、築堤・掘削などの河道改修による地質変動と鉄塔への影響量を有限要素法解析（FEM 解析）により検討することで、深度方向を考慮した河道計画検討を行った。

2. 本業務の概要と経緯

対象河川である静岡県某所に位置する E 川は、河川整備区間 1.9km、流域面積 3.4km² の一級河川である。本河川は、現況流下能力が低いため、近年 10 ヶ年で 3 回の浸水被害（内、2 回は床上浸水）が生じ、地元住民のための早急な河道改修が必要である（図 1 参照）。

本河道計画検討範囲は、中下流区間：0.0k~1.4k に鉄塔 5 基が設置されており、かつ基礎地盤が非常に軟弱な粘性土層が 20m 程度堆積した旧沼地である。そのため、盛土や掘削を伴う河道改修の影響が鉄塔周辺にも及ぶと推察されたため、通常の面的な観点に加え、深度方向にも考慮した河道計画が必要となった（図 2 参照）。

鉄塔への影響検討手法は、管理者との協議より、FEM 解析にて地盤の水平変位量を算出・提示することに加え、線形弾性モデルを用いるよう指示を受けた。最終的な影響検討は、FEM 解析より算出した地盤変位量を外力に変換し、鉄塔下部に設置されている基礎杭に与えることで、杭本体の変形量と応力を算出し、許容値との比較・判定を行う他、地盤変位量による判定も実施されるとの回答を得ている。しかし、軟弱な粘性土地盤であることを考慮した場合、弾塑性モデルの適用が望ましいと思われるが、その一方で、盛土や掘削土量はそれほど大きくないために、解析モデルの影響はそれほど大きくない可能性もある。

本報では、解析モデルによる効果の検討も兼ねて、線形弾性モデルに加えて弾塑性モデル（カムクレイモデル）による FEM 解析も実施し、杭位置における水平変位量を 0.5m ピッチで算出することで適用モデルの妥当性についての検討も行った。

本報では、解析モデルによる効果の検討も兼ねて、線形弾性モデルに加えて弾塑性モデル（カムクレイモデル）による FEM 解析も実施し、杭位置における水平変位量を 0.5m ピッチで算出することで適用モデルの妥当性についての検討も行った。

3. FEM 解析の実施

本解析に用いた解析パラメータを表 1 に示す。本解析は、既設杭の支持層である 50m 以深までをモデル化しているが、平成元年に鉄塔直下で実施された地質調査では地表から 2.0~3.0m 以深の圧密試験結果が存在し

キーワード：河川計画，有限要素法解析，粘性土，高圧送電線

セントラルコンサルタント株式会社（〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目 18 番 22 号 Tel 052-223-0379）

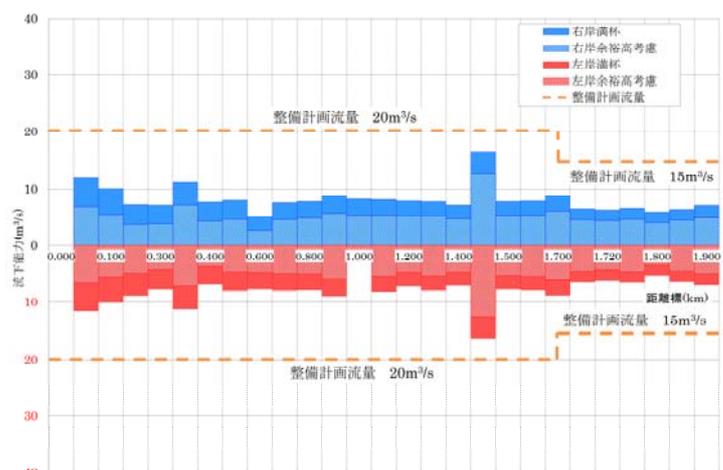


図 1 現況流下能力図



図 2 平面図(鉄塔位置)

ていない。このため、平成 25 年度に実施された河川縦断方向の地質調査結果を代用することとし、その他の不足箇所については、鉄塔直下の試験値を用いることとした。また、三軸試験が実施されていないために、弾塑性モデルでは必要となる限界状態定数 M は軽部の式 $M/1.75 = \Lambda$ を用いて設定した。弾性モデルと比較して、設定する数が多い弾塑性パラメータは、この種の簡便予測式で決定することが実務ではしばしば行われる。

本解析の結果、両モデルともに、変位量は微小であったが、弾塑性モデルよりも線形弾性モデルの水平変位量が若干大きくなった。本河道改修による地形改変は、盛土よりも掘削が多いため、解析は除荷による変位が主であったことから弾性変形が支配的であったと考えられる。

以上より、解析モデルの相違による水平変位量および判定結果への影響は小さいと考えられ、安全側でもある弾性モデルを適用しても差し支えないと判断した。

なお、上述の通り、本解析パラメータは試験結果が不足していることから、近傍の試験結果ならびに上層部の試験値を代用しており、使用した解析パラメータが十分な精度を有しているとは言い難い。このため、今後、ボーリング調査および土質試験を新たに実施することにより、変位量の値は当然更新しうる。そのため、改修時および既往周辺構造物への影響をより適格に把握するためには、地質調査・土質試験によってより精査したパラメータを用いた FEM 解析を再実施すべきと考えている。

4. まとめ

本検討では、河道計画検討に際し、FEM 解析による鉄塔への影響検討を実施することで、面的な観点のみならず、深度方向へも考慮した計画論の立案を行った。これにより、鉄塔との正確な離隔距離や対策を明確にすることができ、詳細設計や河道改修に役立つ河道計画案を検討することが可能となる。

河道計画は、周辺住民の安全や地域の活性化の根幹を担うものである。また、流域・地域作成による河道改修方法は幾多にも及ぶ。このため、これまでのような面的な観点による家屋や既設構造物への影響だけでなく、沈下や隆起などの深度方向の影響を事前に把握・検証することは重要である。本検討では、これら着眼点に注目し、反映したことで、より地形特性を踏まえた現実的な計画論の立案が可能であることが示されたと考える。

謝辞

本論文を作成するにあたり、静岡県富士土木事務所にはご指導ならびにご助言を頂きました。ここに、関係者の皆様への感謝と敬意を表し、謝辞とさせていただきます。

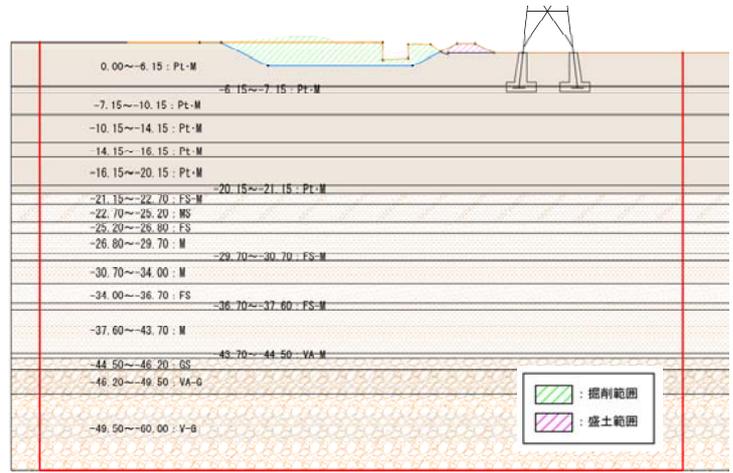


図 3 モデル概略図

表 1 解析パラメータ一覧(一部抜粋)

深度 (T.P.m)	土質区分	N 値	E	M
—	切土	1	1178	1.559
—	盛土	20	28000	—
0.00 ~ -6.15	腐植土・シルト 1	1	1178	1.559
-6.15 ~ -7.15	腐植土・シルト 3	3	1178	1.559
-7.15 ~ -10.15	腐植土・シルト 5	1	928	1.575
-10.15 ~ -14.15	腐植土・シルト 6	1	2114	1.575
-14.15 ~ -16.15	腐植土・シルト 2	2	1178	1.559
⋮				
-49.50 ~ -60.00	礫混り火山灰性質土	50	140000	—

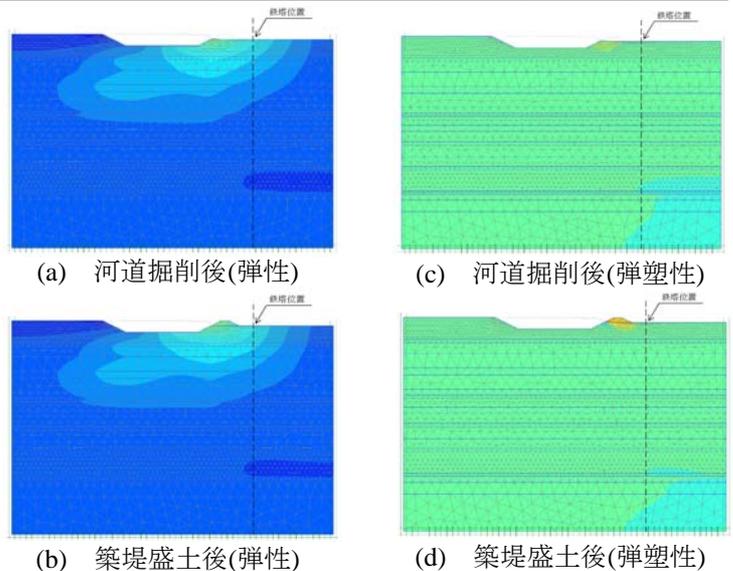


図 4 FEM 解析結果