

技術紹介 8 重要施設への影響を考慮した調節池の設計

中川 英昭
NAKAGAWA Hideaki
水工・砂防東日本事業部
水工第三部



I県のN川周辺では、平成17年に開通した鉄道沿線に大規模な宅地開発が進められたことにより、流域の土地利用形態が大きく改変されつつある。この土地利用形態の変化による雨水流出量の増加に伴い、N川の治水安全度の向上を目的とした、河川整備の早急な対応が求められている。「河川整備計画」では、確率規模1/30を目標とし、河道の拡幅、築堤、河床掘削などの河道整備や、洪水の一部を一時的に貯留することで下流域の治水安全度を向上させる調節池の整備が位置づけられている。しかし、調節池の計画地付近は軟弱地盤であり、さらに鉄道、高圧鉄塔、区画整理事業による宅地開発等の重要施設が多く存在しているため、調節池の設計に際しては、地盤や地下水条件を適切に評価・把握し、調節池本体の安定に加え、周辺重要施設への影響を考慮した設計を行わなければならない。

本稿では上記で計画されているN調節池の設計において、想定された課題に対する検討・対策・調査提案内容について紹介する。
キーワード：調節池、軟弱地盤、地下水、応力解放

1.はじめに

対象のN調節池は約27万 m^3 貯留する計画であり、「河川整備計画」において優先順位の高い施設として位置づけられている。調節池周囲には造成計画による宅地等が計画され、調節池内には鉄道橋や高圧電線の鉄塔等の施設が存在している。また、現況地盤はN値が3程度の軟弱地盤であり、地下水位も非常に高い（GL-1m）状況であった。

本稿では、軟弱地盤且つ地下水位が高い条件下における「周辺重要施設への影響」および「地下水による影響」を考慮した調節池設計について紹介する。



図-1.調節池のイメージ図

2.存在した課題

2-1.周辺重要施設への影響

調節池は現況地盤から4m程度掘削する計画となっているため、周辺家屋、鉄道橋および鉄塔への影響が考えられた。影響度はすべり破壊検討により評価するが、調節池の地盤は縦断的に地層の変化があり、砂質土層と粘性土層が入り混じった複雑な地盤構成となっている。軟弱な粘性土は、調節池掘削に伴って生じる応力解放により、強度低下が考えられるため、土質定数の設定は慎重

に評価する必要があった。一方、宅地側斜面部の地表付近に分布する砂層（沖積層）は、室内土質試験結果より、細粒分含有率（ F_c ）が35%を超えているものの塑性指数（ I_p ）が15以下となっているため、液状化に対する判定・検討を行う必要があった。

強度低下とは、粘性土が圧密によって非排水せん断強さ（ C_u ）を増加させたのち、掘削などにより、応力が解放させられたことで、時間の経過とともに吸水膨張して非排水せん断強さ（ C_u ）が減少していくことである。粘性土の膨張による非排水せん断強さ（ C_u ）の減少割合は過圧密比（OCR）により決定される。

2-2.地下水による影響

調節池掘削に伴い、以下に示す地下水による影響が懸念された。

- ・地下水位低下に伴う周辺地盤の沈下
- ・土重の減少による盤ぶくれの発生
- ・湧水による調節池有効貯留容量の減少

上記の懸念事項より、調節池掘削による地下水位の変化や年間を通じての被圧水頭、調節池掘削後の湧水量を正確に把握する必要があった。

3.解決する技術

3-1.現地状況に合わせた土質定数の設定

土質定数は、調節池周辺の地質調査資料を分析・評価し、地層の変化点等でブロック分けし設定した。また、粘性土については、応力解放による強度低下を見込む必要があるため、図-2.に掲載している過圧密比（OCR）と C_u 比の関係より粘着力の低下量を算出した。対象区間の過圧密比は10程度になるため、粘着力は4割程度の低下を見込むこととした。

地層変化点でのブロック分けと、粘性土の強度低下を

考慮して設定した土質定数を用いて、すべり破壊に対する検討を実施することで、既存の周辺家屋や造成計画による新築家屋等へのリスクを考慮した安全側の検討を行うことが可能となった。

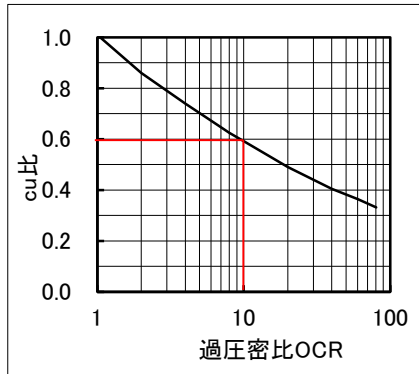


図-2.粘性土の膨張によるCuの減少比と過圧密比との関係

3-2.液状化対策

宅地側斜面部の液状化検討については、宅地防災マニュアルに準拠し検討した結果、レベル2地震動において「液状化する」判定となった。

液状化対策は主に締め固め工法、固化工法、排水工法が挙げられる。各工法の比較検討をした結果、家屋が近接する低騒音・低振動の条件下ですべり破壊防止のためのせん断強度増加も図れる工法として固化工法（深層混合処理工法）を採用した。なお、改良配置は改良本数が少なく、経済性で有利となるTOFT工法（格子方式）を採用した。

TOFT工法は液状化する地盤を格子状に改良することで、地震時のせん断応力の大部分を改良体に作用させることができ、格子状に囲まれた地盤内のせん断応力が低減され液状化を防止することができる。

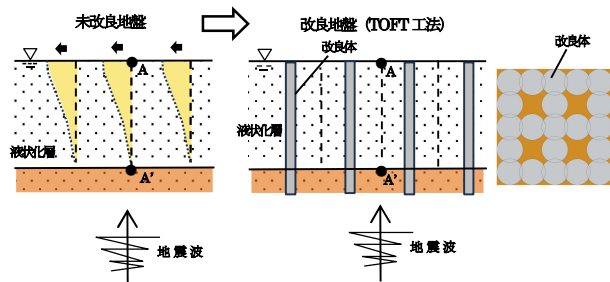


図-3.TOFT工法

また、地盤改良の打設は周辺施設への影響を考慮して、周辺地盤の変位抑制効果が高いMITS工法CMS-Sシステムを採用した。MITS工法CMS-Sシステムは攪拌翼端部に変位低減板を設置することにより、スラリー噴射の動圧力を消滅させることができ、周辺地盤への変位抑制効果が高い特徴を持っている。

3-3.地下水・湧水量の調査提案

既往地下水調査は、地下水位が低い非出水期に実施しており、出水期は地下水位がさらに高くなることが想定されるため、通年での地下水調査を提案した。

調査位置は、調節池の縦断方向の水位変動を確認するため、調節池内で縦断方向に3箇所観測井を設置する計画とした。また、N川の水位変動による影響があるか確認するため、調節池の下流端と上流端の河川水位の観測を計画した。自記水位計は測定間隔（時間、分、秒）を調整でき、長期間使用できるものを提案した。

湧水量の把握方法は、調節池内で試験施工（暫定掘削）を実施し、水中ポンプにより排水・ドライ化した上で、水位変動を計測する方法を提案・採用した。

3-4.地下水による影響検討手法の提案

地下水による影響を正確に確認・把握するためには、前項の調査結果を踏まえた上で、以下の影響検討手法を提案した。

- 地下水位低下による周辺地盤への影響は、井戸式（不圧完全貫入井戸）を用いて調節池掘削後の地下水位を推定し、地下水位低下による増加荷重分に起因する圧密沈下量により評価する手法
- 盤ぶくれは、土重と前項で提案した通年地下水調査結果の被圧水頭（揚圧力）のバランスで評価する荷重バランス法を用いて評価する手法（安全率1.0以上）

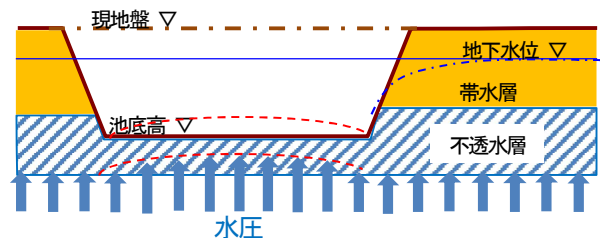


図-4. 調節池掘削イメージ図

4.まとめ

我が国の都市部は沖積平野に集中しており、都市河川の近傍は軟弱地盤であることが多い。そのような中、「周辺重要施設への影響」や「地下水による影響」を考慮した調節池設計の中で、想定された課題に対し、地層変化点でのブロック分けと、粘性土の強度低下を考慮した土質定数でのすべり破壊検討、液状化対策や地下水・湧水量の調査、影響検討を行うことで、調節池の完成に向け、安全且つ安心な施設設計ができ、同様の条件下における調節池設計の参考になる事例と考える。

今後は、本稿の検討結果、対策工、提案内容に対する影響検討等を踏まえ、FEM解析等で影響度を示した上で、関係機関（鉄道会社及び電力会社等）と合意形成を図り、事業の完成に向け鋭意努力していきたいと考えている。