

洪水調節施設の構造検討

長岡技術科学大学 学生会員 ○佐藤弘弥 正会員 杉本光隆

1. 概要

本検討対象流域は、今後 30 年間で、市街地率が 8 割を超え、集中豪雨等の降雨時に河川への流入水量が増加し、浸水被害が発生する可能性がある。そこで治水対策整備方針に基づき、時間雨量 50mm による計画高水流量に対応できる河道に加え、洪水を貯める調節池の整備と、河川への流出抑制策（時間雨量約 10mm 相当）を実施し、時間雨量 65mm に対応することが計画されている。

調節池の形式には掘込式、地下箱式、地下トンネル式があるが、河川の現状や周辺環境への配慮、必要な貯留量の確保、利用できる公共的な候補地が少ない等から、河川下を活用する地下トンネル式を採用することとした。

本報告では、調節池を地下トンネル式とした場合の施設位置、施設規模（深さ、延長等）についての検討結果を報告する。

2. 検討条件（地盤条件と住環境）

当該地域の地層構成と地下水位を図-1 に示す。

G. L-4.6m までは軟弱な粘性土層が堆積し、その下には砂礫層及び砂層が厚く 50m 以上堆積している。また、地下水位は高く G. L-1.3m である。

また川沿いは、桜並木道なども整備され、緑豊かで閑静な住宅街であることから、環境保全に配慮した設計が必要である。

3. 検討方法と検討結果

3-1 トンネル規模

必要貯留量を満足する地下トンネル調節池の内

径を式(1)を用いて算定した。

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi L}} \quad \dots(1)$$

ここで、D は地下トンネル内径、V は必要貯留量、L は延長である。この結果、必要内径は 10.5m となった。この結果を用いてトンネル外径（覆工厚）を検討した。セグメント高さは、トンネル断面、土質条件、土被り等から決まる荷重により決定される。しかし、近年は事故防止のため、施工実績に基づいたセグメント高さを採用することが多くなっている。

本検討では図-2 に示す実績図よりセグメント高さを外径比 4% に設定した。

3-2 浮き上がり

地下水以下に築造されるシールドトンネルは、一般に周辺地盤よりも見かけの比重が小さいが、一定

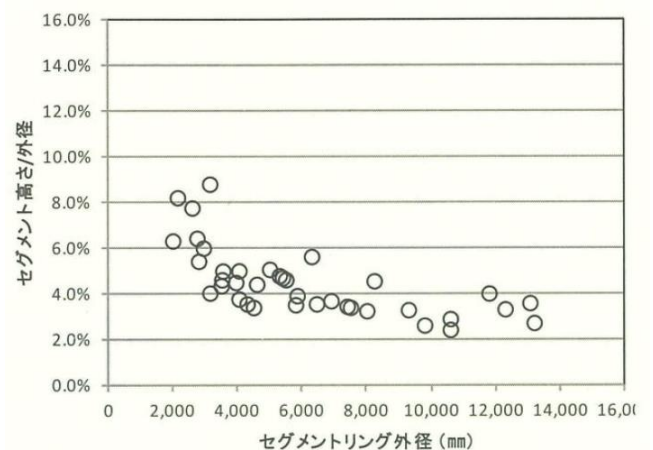


図-2 合成セグメントの外形比の施工実績

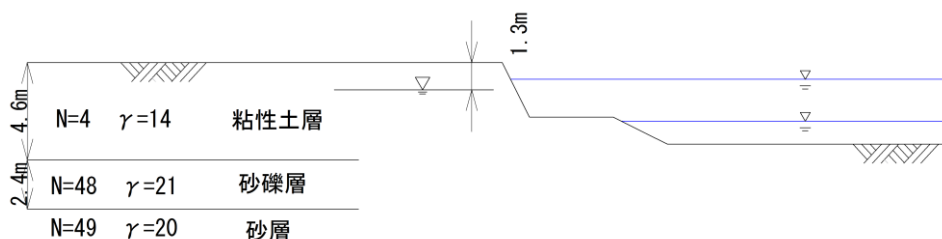


図-1 地層構成と地下水位

の深度以上であれば周辺地盤に支持され安定することから、安定に関する検討を行わなくてよいとされている。しかし、本検討のように地下水位が高く土被りが小さい場合には、浮力によってトンネルの安定性が損なわれる可能性があるため、検討を行う必要がある。そこで式(2)を用いて浮上りを検討した。

$$Fsl = \frac{2R_0\{\gamma'(H_w + R_0) + \gamma(H - H_w)\} - \frac{\pi\gamma'R_0^2}{2} + 2\pi R_c g + 2R_0 P_0}{\pi\gamma_w R_0^2} \geq 1.2 \quad \dots\text{式(2)}$$

その結果、表-1 に示すように、シールドトンネル構築位置によって必要土被りが変化することがわかった。

3-3 立坑

地下トンネル調節池は、河川区域外から河川下を通過する計画であることから、河川の水の流れを阻害せずに大断面のトンネルを築造できるシールド工法を採用することとなった。シールドトンネルを施工するには、立坑を築造する必要がある。立坑の土留壁や支保工の設計では、施工中に作用する荷重条件や土質条件等を基に、施工時における掘削底面の安定、土留壁や支保工の応力及び変位を照査する必要がある。一般に、掘削底面の安定を図るには、土質条件、地下水位条件に応じて、ヒービング、ボーリング、盤ぶくれ、パイピング対策が必要である。対象地盤は地下水位が高く、砂礫層が厚く堆積していることから、厚く堆積している砂層に地盤改良による遮水層を設け、地下水の流入を防ぐこととした。一方、遮水することにより、盤ぶくれの危険性があることから、盤ぶくれ防止に必要な根入れ長と、立坑下部に存在する支障物による掘削可能深さについて検討した。検討の結果、図-3 に示すように、土留壁を地上から 42m まで設置して遮水することにより、19m まで掘削が可能であることがわかった。

表-1 シールドトンネル必要土被り

構築位置	必要土被り
河川下	5.5m
河川沿い	6.6m

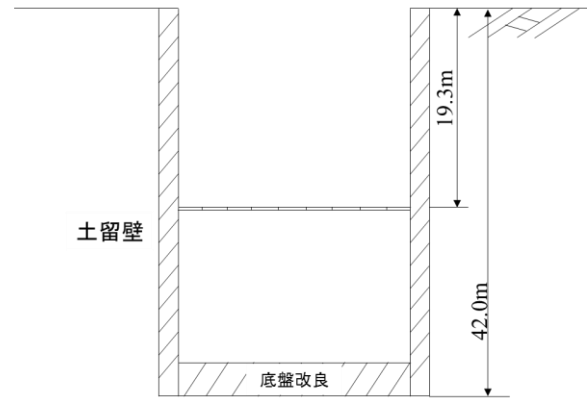


図-3 土留壁断面図

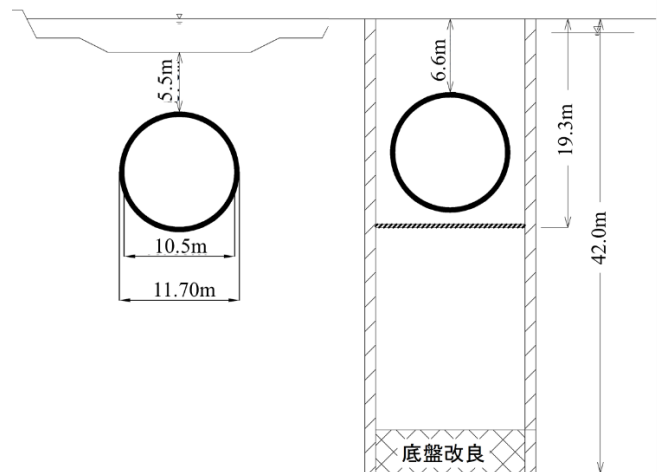


図-4 検討結果

4. まとめ

構造物の要求性能と地盤条件を基に地下トンネル式調節池の検討を行った。具体的には、貯留量からトンネル内径を求め、覆工厚外形比 4%からセグメント高さを求めた。さらに、浮き上がりによる必要土被りの検討、それに伴う立坑の底盤のボーリング、盤ぶくれの検討を行った。

その結果を、図-4 に示すように、合理的かつ経済的な地下トンネルを計画できた。

参考文献

- 1) トンネル標準示方書 [共通編]・同解説/ [シールド工法編]・同解説, 土木学会, 2016