

大深度地下構造物の構築工法の開発と評価

清水建設(株)名古屋支店 正会員 堤 博恭

1.はじめに

わが国の大都市の多くは河口部に位置し、透水性と地下水位の高い地盤が多く見受けられる。

本論文は、このような地盤を上手に利用する地下躯体構築工法を提案する。これは既存工法を系統的に組合わせた「SF（清水式フローティング）工法」と称するもので、深い地下構造物を安価に構築するのに適している。ただし、中間部に不透水層が一つ以上介在していることと山留支保工がアースアンカー工法に限定される。

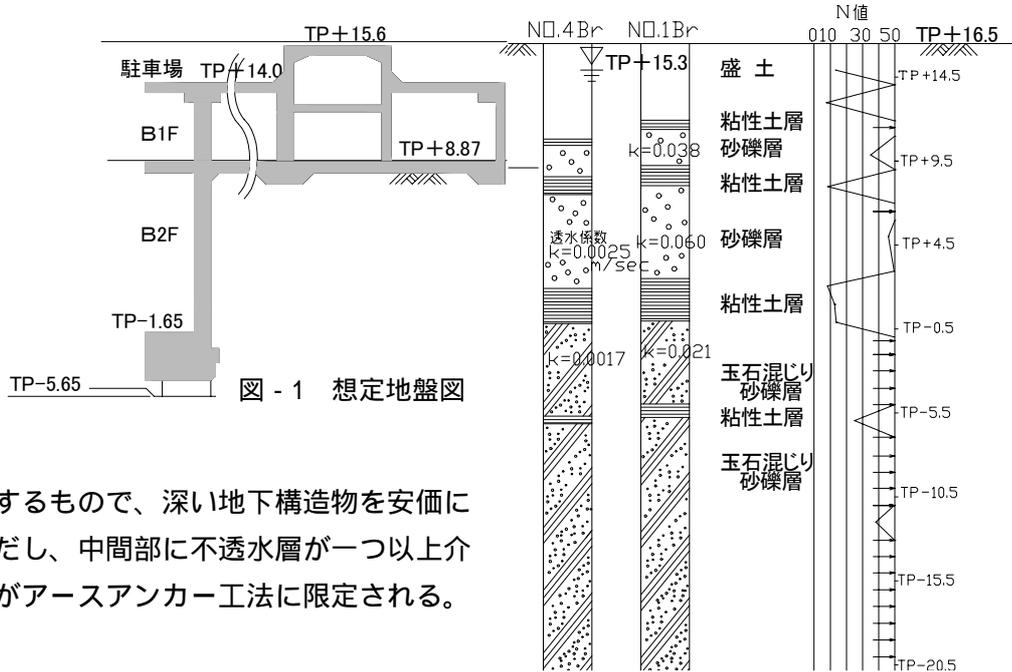


図 - 1 想定地盤図

2. 在来工法の概要と問題点

盤膨れを起す限界より以深に躯体を構築するには、地下水位を低下させて盤膨れを防止する「揚水工法」が一般的である。しかし、透水性が高い地盤や排水能力が小さい都心部では適用が困難になり、盤膨れの生じない深さに不透水層を造成する「薬液注入工法」や地上で構築した躯体を沈降させる「（ニューマッチック）ケーソン工法」が採用される。しかし、これらの工法は強制的に地下水を抑止する工法であり、工費の問題に加え地下水汚染や地盤沈下、騒音などの環境影響の問題がある。

3. SF工法の概要

本工法は内陸部の山留壁内に海洋環境を作り、「沈埋工法」と似た方法で躯体を縦方向に構築するのを特徴としており、深部躯体は全体の半分程度の大きさになる制約がある。すなわち、盤膨れ限界以浅で構築した最深部躯体を水中掘削した所定の位置に沈設してその周囲を不透水材で充填した後、再度山留内部を揚水して残る躯体を構築する方法である。

図 - 1 に示す地盤に GL-21m 深さの地下駐車場を構築するケースを想定して、SF 工法での施工手順を以下に示す。

山留工と一次掘削工

山留壁を構築した後、GL-7.5m の盤膨れ限界深さまで一次掘削するとともに、二次掘削部の頭部にアースアンカーを打設する。

函体構築と函体浮上

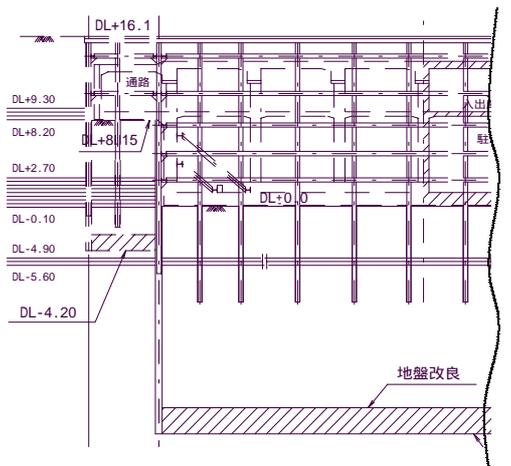


図 2 薬液注入工法概念図

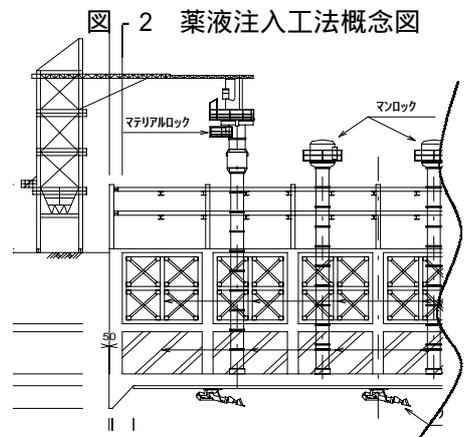


図 - 3 ニューマッチック工法概念図

キーワード：沈埋工法、盤膨れ、地下構造物、階層分析法(AHP)、評価項目

連絡先：〒460-8580 名古屋市中区錦 1 丁目 3-7 清水建設(株)名古屋支店 TEL052-211-6349 FAX052-201-7635

一次掘削盤で最深部躯体を一次構築した後、内部を湛水して浮上させて函体を台船代りに移動させながら所定深さまで水中掘削する。水中のため二次掘削部山留壁には水圧が作用せず 10m 以上の無支保工が可能、揚水による影響も生じないなどの利点があるが、躯体の大きさが半分程度になる制約がある。

函体の沈設と空隙充填

浮上させたまま中間スラブ部まで構築し、鋼製エアシャフトを取付ける。函体内部に注水するとシャフト体積に働く浮力と均衡する深さまで沈降する。これを繰り返し所定位置に設置する。この後、山留壁と函体の空隙に掘削した粘性土を流用した流動化処理土を充填して地下水を遮断する。

浅深部躯体の構築と仕上げ

処理土の硬化を待って、再度、山留内部を揚水して浅深部の躯体を構築して完成させる。このため、浅部の地下躯体は盤膨れ限界深さ以内に限定される制約がある。

4. 評価手法の改善

各工法を定量的に評価するため品質、工費、環境などの評価項目を明確にしてその重要度を階層分析法（AHP）を用いて決定した。次に代替案として SF 工法、薬液注入工法、ニューマッチック工法の 3 案の評価点を算出した結果、0.65 : 0.16 : 0.19 となり、SF 工法の有利性が確認できた。その差が生じた理由はコストと品質に係わる評価項目の重要度が大きいためと考えられる。

5. おわりに

SF 工法では不透水層の位置などの制約は多いものの、海洋での工法を内陸工事に取込んで地下水を上手く利用している。また、静岡市や岐阜市などこのような地層での建築物は地階が低いのが一般的で、大型建築物への適用も期待できる。

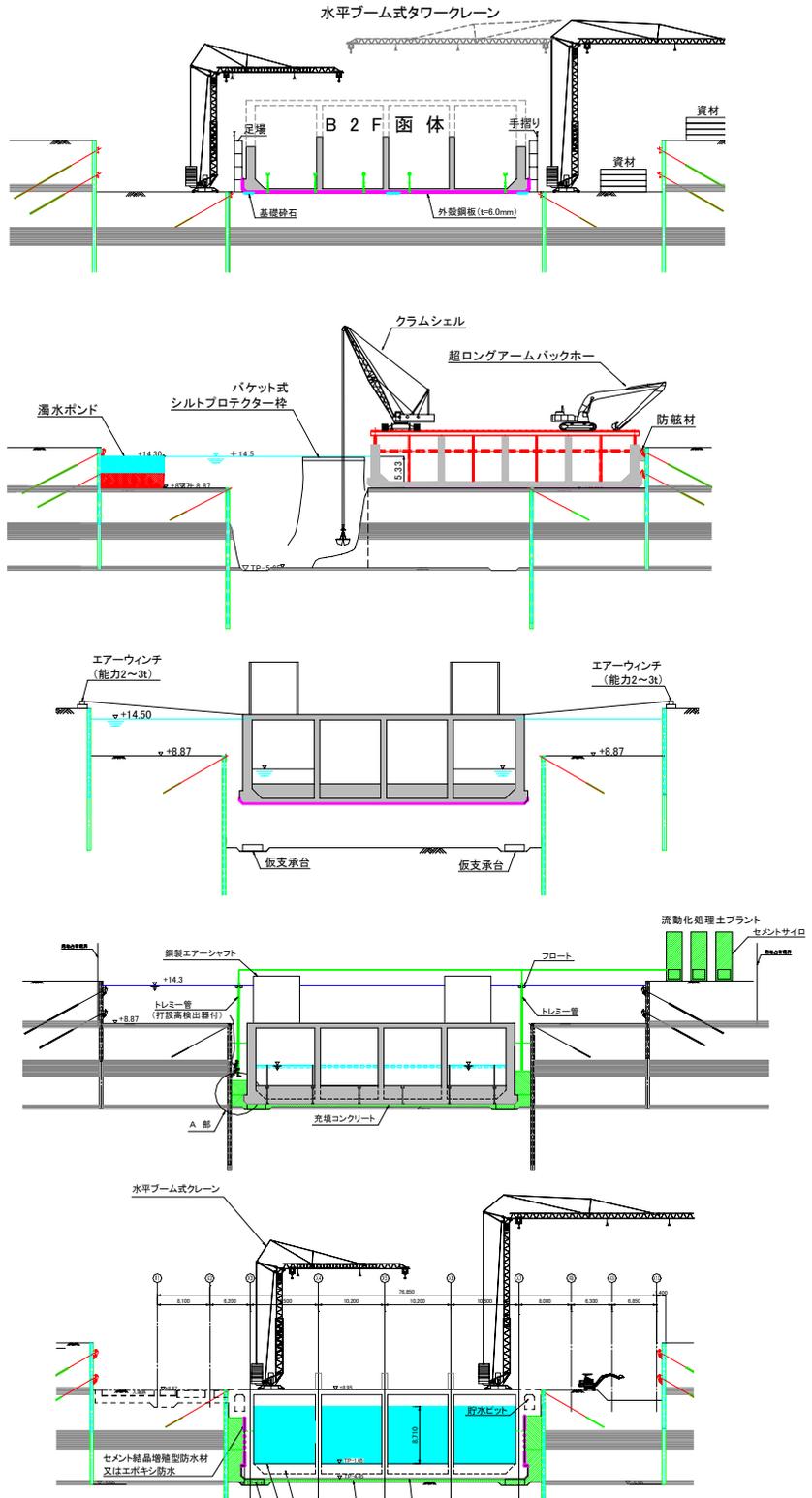


図 - 4 SF 工法での施工手順

代替案	SF 工法	薬液注入工法	ニューマッチッカーソ工法
工費（比率）	1.0 仮設の無駄が少ない	1.3 遮水盤構築が高価	1.6 ケース関連費が高価
品質（漏水）	良好な作業環境及び空隙充填により漏水の危険は少ない	周囲の作業環境が悪い分、漏水の危険が多い	作業環境が良く壁厚も厚いため漏水の危険は少ない
品質（その他）	環境が良い浅深部での作業のため仕上りは良い	環境が悪い深部での作業のため仕上りは低下しやすい	壁はつり部が発生するなど品質低下が生じやすい
工期	1.0	1.1	1.1
環境影響	山留内湛水の排水処理が必要	薬注による地下水汚染が懸念	漏気騒音や景観影響、研り量多い
安全性	浅部作業のため安全性は高い	深部作業のため安全性が低い	圧気障害が生じやすい
総合評価点	0.65 ( )	0.16 ( )	0.19 ( x )