

매설관의 추진공법



류 기 송
(주)명진엔지니어링 고문

1. 서 언

추진공법의 근원은 멀리 로마시대에 수도관으로부터 도수(盜水)를 위한 파이프재킹(pipe jacking) 및 성채 공격작전에 사용되어 온 것으로부터 시작되며, 19세기말 미국 북태평양 철도의 궤도 아래를 횡단 시공한 것이 최초이다.

이 공법은 정호 굴착 등에 사용되는 연직굴진공법을 수평굴진공법에 적용한 것으로서 수직갱(垂直坑)에 관체 추진력을 지지하는 반력벽(反力壁)을 설치하고 잭(jack)으로 관체를 지중에

압입시켜 관체 내에서 토사를 굴착, 배출하면서 차례로 관체를 연결하여 관로(管路)를 매설하는 방법이다. 여기서는 추진관의 종류와 추진공법에 관하여 간단히 기술하고자 한다.

2. 추진관의 종류

가. 철근콘크리트관

이 관은 표면이 매끈하여 지반과의 마찰저항이 적고, 관체가 강성이므로 압입 시에 변형이 적고, 콘크리트 강도가 높고, 품질이 일정하며,

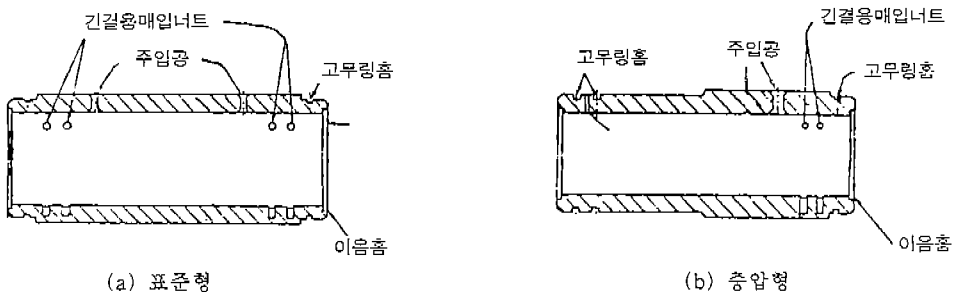


그림 1. 철근콘크리트관(하수도용)

내구성이 우수하므로 추진공법용 관의 주류를 이루고 있다. 관의 형태는 여러 가지가 있으나 하수도 추진공법용 철근콘크리트관에는 그림 1과 같이 표준형과 중압형이 있으며, 지름은 600~3,000mm, 외압강도는 3~15tf/m범위이다.

나. 강 관

이 관은 강성, 연성 및 파괴 인성이 우수하며, 고압저온, 고온 등의 조건에 대응할 수 있는 특성이 있다. 강관은 관체 추진공사에서 복공관으로 사용되어왔으나 공기단축의 목적으로 외장을 한 2중구조의 추진용 강관이 개발되었다. 수도용 추진 강관의 형상은 그림 2와 같다.



그림 2. 수도용 강관

다. 덕티일주철관

종래의 주철은 연성이 없어 깨지기 쉬운 결점이 있으므로 흑연의 구상화로 품질을 개선한 덕타일주철로 만든 관으로서 압축에 강하므로 큰 추진력에 견디며, 수밀성이 높다. 형상은 T형, UF형, U형이 있다.

3. 추진공법의 종류

추진공법은 관의 추진방법과 추진관 선단의 굴착방법에 따라 분류하며, 관의 선단에 선단날(刃口)을 설치하여 인력으로 지반을 굴착하고 수직갱에서 잭으로 추진하는 보통추진공법과 선단부에 쉴드(shield) 등을 장치하고 인력 또는 기계력으로 굴착하여 추진하는 특수추진공법이 있다.

추진공법에서는 수평으로 굴진해야 하므로 그림 3과 같이 지압벽의 반력을 잭에 의하여 추진력으로 발휘시키게 한 것이 이 공법의 원리이다. 추진기구는 일반적으로 수직갱, 지압벽, 추진대, 추진잭, 압륜(押輪), 추진관 및 선단날 등으로 구성되어 있다.

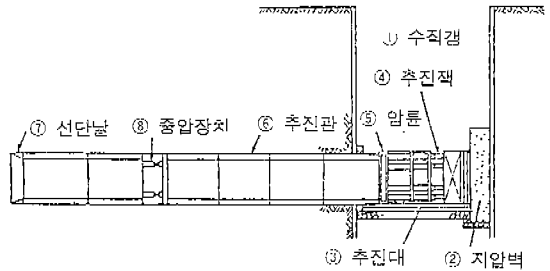


그림 3. 추진기구

가. 보통추진공법

1) 선단날 원압(元押)추진공법

이 공법은 각종 추진공법 중에서도 가장 일반적으로 사용되는 공법으로서 그림 4와 같이 발진 수직갱에 설치된 압입잭으로 선단부에 선단날이 장착된 추진관을 압입하고 인력으로 그 선단부에서 지반을 굴착, 흙을 반출하여 관체를 추진하는 방법이다.

이 공법은 선단날 형상에 따라서 연약지반에서 경지반에 이르기까지 광범위한 토질에 적용할 수 있으며, 선단날은 개방형과 폐쇄형으로 구분된다. 추진관 지름의 범위는 800~3,000mm, 추진거리는 일반적으로 50m 정도이다. 선형은 직선형이 일반적이며, 종단기울기는 3% 이하이다. 피복토는 보통 관체 안지름의 1.5배 이상으로 하며, 연약지반에서는 보조공법이 필요할 경우가 있다.

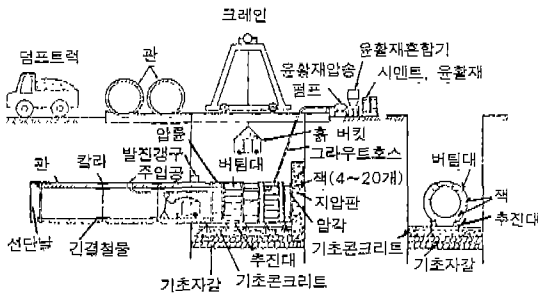


그림 4. 선단날 원압추진공법 개요도

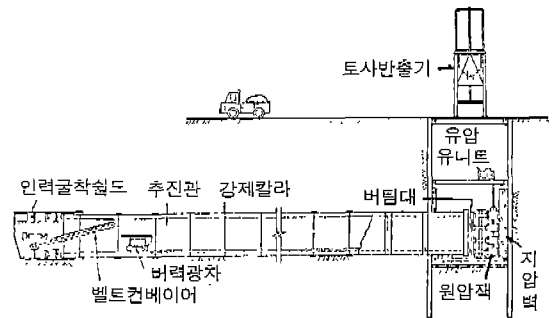


그림 5. 인력굴착식 세미셴드공법 개요도

2) 중압(中押)공법

이 공법은 추진거리가 길어서 원압잭의 추진력이 부족할 경우 및 추진관에 허용응력 이상의 추력이 작용하여 관이 파손될 우려가 있을 경우 추진관 도중에 중압잭을 설치하고 추진력을 분산시키는 방법이다. 추진관의 최소 지름은 1,000mm 정도이며, 추진관 중간에 압입장치를 설치하여 사용하므로 거리에 제약이 없는 것으로 고려되나 과거의 실적으로는 300m 정도가 많다.

나. 특수추진공법

1) 세미셴드공법

이 공법은 관체의 선단에 셴드를 장착하고 지반을 굴착하면서 발진수직갱에 설치한 원압잭으로 관을 추진하는 공법으로서 셴드공법에 비교하여 공사비가 저렴하고 공사기간이 짧고, 또한 연약지반과 장거리 및 폭선시공 등에 대응하여 널리 채용되어오고 있다. 굴착방법에는 인력굴착식과 기계굴착식이 있으며, 인력굴착식은 그림 5와 같다.

2) 견인공법

이 공법은 그림 6과 같이 먼저 발진수직갱에서 도달수직갱까지 수평보링을 한 후 그 안에 견인용 와이어(wire)를 넣고 도달수직갱에서 견인장치로 와이어와 함께 관체를 견인하는 공법

이다. 관체 선단에는 개방형 또는 폐쇄형의 선단날을 장착하고 인력으로 굴착을 하며, 견인력이 부족할 경우는 원압잭을 병용한다.

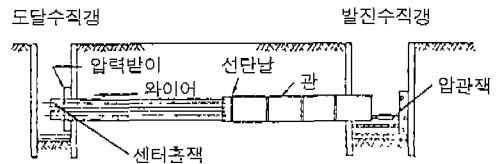


그림 6. 견인공법 개요도

관의 지름, 토질, 선형 및 토피(土被) 등의 사용조건은 일반적인 추진공법과 같으며, 추진거리는 일반적으로 40~50m 정도이다. 이 공법은 견인 와이어의 유도에 의하여 대구경관, 박스암거 등에도 적용할 수 있으며, 연약토층에서 높은 시공정밀도가 요구될 경우 및 발진수직갱에서 큰 추진반력을 기대할 수 없는 경우에 효과적이다.

3) 기타 공법

가) 지주식 추진공법

이 공법은 그림 7과 같이 박스 접속부에 추진잭이 설치되고 또한 각각 PC 케이블로 연결된 3개 이상의 합체(函體)를 1그룹으로 해서 각 합체를 다른 합체의 자중과 주변마찰력을 반력으로 압입하여 전진하는 공법이다. 이 공법은 큰

단면의 박스암거를 단기간에 시공할 경우에 효과적이다.

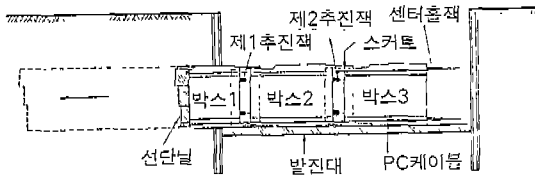


그림 7. 자주식 추진공법 개요도

나) URT공법

이 공법은 적당한 크기로 몇 개의 엘레멘트로 분할한 각 엘레멘트를 터널 축방향으로 압입하여 터널복공을 구축한 후 흙을 굴착하여 터널을 완성하는 공법이다. 이 공법은 엘레멘트를 본체 구조로 하기 때문에 가설공비가 적고 토피의 제약을 현저하게 완화할 수 있다.

4) 소구경추진공법

가) 수평오거공법

이 공법은 그림 8과 같이 강관 또는 철근콘크리트관 안에 오거를 삽입하여 관체 선단부를 굴착하고 매설관을 관체 후부에 설치한 잭으로 추진하는 방법으로 선도관에 위치감지기와 방향수정장치가 장착되어있으므로 직진정밀도를 향상할 수 있다.

이 공법의 사용조건은 관지름 250mm 이상, 추진거리는 40~50m가 많으며, 일반적으로 100m 전후까지 적용할 수 있다. 선형은 직선이며, 토질은 막장이 자립할 수 있는 토질 외에 다소 용출수가 있는 지반도 적용이 가능하다.

나) 수평보링공법

이 공법은 그림 9와 같이 강관 선단에 토질에 적합한 커터(cutter)를 장착하고 강관을 회전시

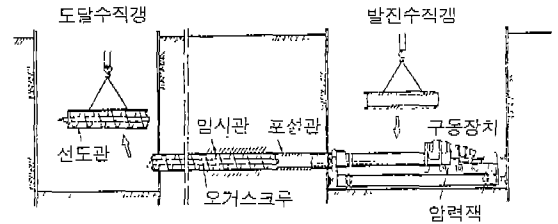


그림 8. 수평오거공법 개요도

키면서 지반을 굴착, 추진하는 방법으로 배토는 강관 안에 있는 오거 또는 이수로 하며, 관의 회전방법은 본관을 1중회전하는 방법과 외관을 2중회전하는 방법이 있다.

이 공법의 사용조건은 관지름 100mm 이상, 추진거리는 30~50m가 많으며, 점성토에서는 장거리도 가능하다. 관로의 선형은 직선이며, 토질은 커터 종류에 따라 점성토에서 사력, 암까지 광범위한 토질에 적용할 수 있다.

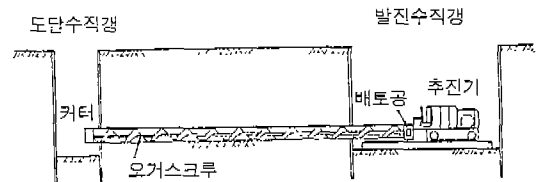


그림 9. 수평보링공법 개요도

다) 압입공법

이 공법은 매설관을 직접 추진재로 압입하는 직접압입방법과 처음에 선도관을 관통시킨 후 관체를 압입하는 파일럿관방식 2종이 있다. 이 공법은 배토를 하지 않고 관체를 압입하므로 토질의 적용범위가 제한되지만 소규모 설비로 비교적 간편하게 시공할 수 있으므로 토질조건, 추진거리에 따라서는 다른 공법보다 유리하다.

(1) 직접 압입공법

이 공법은 그림 10과 같이 추진장비가 설치된

선단부를 압입하거나 압착공기를 이용하여 그 충격력으로 압입하는 방법이 있으며, 관지름은 60~300mm, 추진거리 20~40m, 토질은 N치 10 이하의 비교적 느슨한 사질토, 점성토에서 사용할 수 있다.

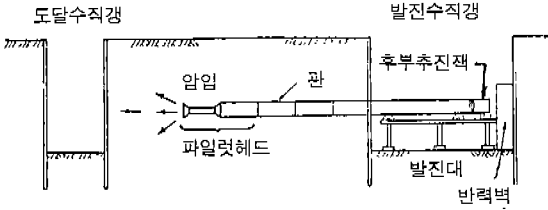


그림 10. 직접압입공법 개요도

(2) 파일릿관 압입공법

이 공법은 먼저 파일릿 오거를 압입하여 관통시킨 후 관을 접속하여 압입 또는 굴착하면서 추진하는 방법으로서 배토를 하지 않는 방법과 오거에 의한 방법이 있으며, 선도하는 파일릿관의 특성에 따라 적용토질, 추진거리가 다르고 관체 안지름은 250~600mm의 범위가 많다.

라) 기 타

(1) 이수가압식 소구경관 추진공법

이 공법은 이수압과 쉴드장비 앞면의 커터헤드로 지반의 붕괴를 방지하고 토압, 지하수압에 저항하면서 굴착하는 방식으로서 소구경 쉴드공법 중의 하나이다. 관체의 추진은 지상에 설치한 원격조작실에서 하며, 방향수정기능에 의하여 장거리도 추진할 수 있다. 이 공법은 다른 공법에서 곤란한 연약지반, 대수성(帶水性)지반 및 사질토 등에 적용되며, 일반적으로 관체 안지름

600mm 이상, 추진거리는 100m 이상 가능하다.

(2) 원호상 추진공법

이 공법은 지표에서 이수순환에 의하여 선단 드릴을 회전, 발진하여 원호상으로 관을 지중에 매설하는 방법으로서 선단로드의 위치감지 및 레도수정을 특수한 방법으로 하므로 장거리 추진을 할 수 있다. 적용관은 강관이며, 안지름은 50~1,000mm, 추진거리는 관지름에 따라 다르나 1,500m 정도를 시공한 사례도 있다.

4. 결 언

지금까지 참고문헌을 중심으로 추진공법에 사용되는 관의 종류와 추진공법에 대하여 기술하였는데 이 공법은 교통 등 지상의 여건에 영향을 주지 않고 시공을 할 수 있으므로 도심지의 관로매설은 물론 도로 및 철도를 횡단하는 농업용 관수로 및 자유수면을 가진 관개배수용 암거 시공에 적합할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 日本 地盤工學會 編(1986):“推進工法の調査・設計から施工まで”
2. 森田 芳樹(1997):“地中埋設管工事における泥水式推進工法, 基礎工, 25-10, pp. 47~55.
3. 石橋 信利(1997):“非開削工事における推進工法, 基礎工, 25-10, pp. 40~46.
4. 高田 明言(1997):“小口径管推進工法の低耐荷力方式”, 基礎工, 25-10, pp. 87~89.