

4-20 R.J.P (Rodin Jet Pile)

1. 일반사항

- 1.1.1 본 특별시방서는 Rodin Jet Pile (이하 RJP)공법의 공사가 소기의 목적을 달성할 수 있게 하기 위한 사항을 규정한 것이다.
- 1.1.2 본 특별시방서는 일반시방서에 우선하여 본 공사에 적용하여야 한다.

2. 재료

- 2.1.1 경화재용으로 사용하는 보통 Portland Cement는 KS L 5201에 적합한 것이라야 한다.
- 2.1.2 Cement Paste에는 현장 및 지반 조건에 따라 혼화제를 사용할 수 있다.
(급결제, 조강제, 무수축제, 지연제 등)
- 2.1.3 Cement Paste 제조용 물은 청수를 사용함을 기본으로 하되 철재류와 무관한 경우에는 해수를 사용해도 좋다. 단, 강도에 유해한 영향을 주는 불순물을 함유해서는 안된다.
- 2.1.4 해수를 사용할 경우에는 사용 장비 및 부품의 내구성이 저하되어 소모율이 커지게 되므로 충분한 양의 예비품을 준비하여야 한다.

3. 준비사항

- 3.1.1 공사 지점과 인근 중요 시설물의 위치, 표고, 기준점 및 중심선의 설정에 필요한 측정 측량은 발주자 또는 감리자가 실시하고, 그 재원을 도급자에게 제공한다.
- 3.1.2 도급자는 측량 지점이 유실되지 않도록 말뚝 등을 설치하여 공사 완료시까지 보존하고 필요시 인조점을 설치하여 측량점의 위치를 정확히 찾아내도록 한다.
- 3.1.3 측량 지점에 대해 기존이나 가시설물에 의하여 공사 수행이 곤란할 경우에는 감리자에게 즉시 보고하고 감리자의 승인 하에 시공에 영향이 없는 지점과 방향으로 재측량하여 시공한다.
- 3.1.4 RJP의 본시공 전에 현장 내에서 시험시공을 실시하여 성과품을 확인할 수 있다. 시험시공비와 확인작업비는 발주자가 별도로 계상하여야 하며 확인방법은 장비(Back Hoe 등) 또는 인력으로 굴삭하여 육안관찰 후 성과품의 규모를 측정하고 소정의 시험을 하기위한 시료채취를 한다. 만약 별도의 가시설이나 차수벽이 없으면 굴삭이 곤란한 심도 이하는 Coring을 실시하여 그 상태를 확인하도록 한다.
- 3.1.5 시공 전에 시굴 등의 방법으로 지하 매설물을 확인하여 그의 손상을 방지해야 한다.

4. 사용장비

- 4.1.1 물분사(Water Jet)용 초고압 Pump는 상용 토출압이 400kgf/cm² 이상, 상용 토출량이 100±10 ℓ/min 이상의 것을 사용하여야 한다.
- 4.1.2 Cement Paste 분사용 초고압 Pump는 상용 토출압이 400kgf/cm² 이상, 상용 토출량이 130±10 ℓ/min 이상의 능력이 있는 것을 사용하여야 한다.
- 4.1.3 Base Machine은 저속 회전이 가능하며 자동 상승 작동 장치가 부착된 것을 사용한다.
- 4.1.4 삼중관 (Triple Rod)과 삼중 Swivel은 물, Cement Paste, 그리고 압축공기가 각각 독립된 유로를 통하여 선단 Monitor에 공급될 수 있어야 한다.
- 4.1.5 선단 Monitor는 특수 Nozzle을 상하에 장착하여 물과 Cement Paste를 소정의 압력으로 압축공기를 병용하면서 소정의 양을 고속으로 분사할 수 있어야 한다.
- 4.1.6 발전기는 고압 전류를 사용하므로 누전의 위험이 없어야 한다.
- 4.1.7 공기 압축기는 토출압 7kgf/cm² 이상, 토출량 10.3m³/min 이상의 것을 사용한다.
- 4.1.8 Cement Mixer는 1m³ 이상의 것을 사용한다.
- 4.1.9 Agitator는 2m³ 이상의 것을 사용하고, Cement 입자가 가라앉지 않게 하는 장치가 있어야 한다.

5. Plant 설치

- 5.1.1 작업 반경 100m 이내 지점에 설치하되 배수 처리, 인접 건물에 대한 진동, 소음, 현장 교통관계 등을 고려하여 설치한다.
- 5.1.2 Plant 설치가 완료되면 시운전을 하여 전선의 연결 상태, 각 장비의 가동 상태, Monitor의 작동 상태, 급수, 유류 상태 등을 확인, 점검하여 안전도 및 시공에 필요한 제반 사항을 확인한다.

6. 공삭공

- 6.1.1 공삭공은 지표에서부터 지반 내에 형성시키는 성과품의 상단까지의 구간을 천공하는 과정이며, 굴진 용수는 청수, 이수 또는 해수에 관계없이 사용하되 압축공기를 병용한다.

7. 조성공

- 7.1.1 지반 내에 계획된 성과품의 하단까지 천공을 하고, 회전하는 선단 Monitor를 통하여 압축공기를 병용한 물과 Cement Paste를 고속으로 분사하여 계획된 성과품의 상단까지 지반

을 절삭, 파쇄함과 동시에 Cement Paste를 지반토와 교반, 혼합하는 과정을 조성공이라 한다.

- 7.1.2 Cement와 물의 배합비는 중량배합 1:1을 기준으로 하되 연약 점토 지반의 경우, 성과품의 직경이 기대 이상으로 과대하게 되면 성과품의 일축압축강도가 급격히 저하되므로 분사시간의 증가, 분사속도의 감소, 물-Cement비의 감소 등의 방법을 단독 또는 병용하여 이를 방지하여야 한다.
- 7.1.3 작업 전 삼중관의 회전 속도 및 인상 속도를 지층 구성 상태에 따라 소정의 수치에 맞춘다. 여기서 회전 속도는 1.25회전/계단에서 1.50회전/계단을 기준으로 하되 Jamming의 염려가 있을 때는 속도를 그보다 빨리 해도 좋으나 그 대신에 분사 시간을 좀 더 늘려서 개량경이 줄어드는 것을 방지해야 한다.
- 7.1.4 물 분사용 초고압 Pump의 압력을 사용기준 압력인 400kgf/cm²가 될 때까지 서서히 높이되 지층 구성 상태 및 성과 이용 목적에 따라 그 압력을 증감시킬 수 있다.
- 7.1.5 Cement Paste 분사용 초고압 Pump에서는 공작공시 공급하던 물을 Cement Paste로 바꾸고 그 압력을 사용 기준압력인 400kgf/cm²가 될 때까지 서서히 높이되 지층 구성 상태 및 성과 이용 목적에 따라 증감시킬 수 있다.
- 7.1.6 공기 압축기의 압력은 지층 구성 상태에 따라 소정의 압력 7kgf/cm² 이상에 맞춘다.
- 7.1.7 상기 7.1.4항에서 7.1.5항까지의 순서는 현장 조건에 따라 바꾸어 시행할 수 있다.
- 7.1.8 삼중관의 인상 속도는 30분/m를 기준으로 하되 지층 구성 상태 및 성과 이용 목적, 사용 장비의 능력에 따라 그 속도를 증감할 수 있다.
- 7.1.9 삼중관의 인상시 한 계단(1 Step)의 거리는 2.5cm를 기준으로 하되, 지층 구성 상태 및 시험 시공 결과에 따라 5cm까지 늘려서 시공할 수 있다.
- 7.1.10 삼중관의 분해 조립시에는 Cement Paste와 물 그리고 압축공기의 공급을 중단한다.
- 7.1.11 물 분사량은 관내 저항 등에 의해 다소 변화하므로 100±10 ℓ /min을 기준으로 한다.
- 7.1.12 Cement Paste의 분사량은 관내 저항 등에 의해 다소 변화하므로, 130±10 ℓ /min을 기준으로 하되 지층 구성 상태 및 성과 이용 목적에 따라 (100~130)±10 ℓ /min 정도로 변화시켜서 시공할 수 있다.
- 7.1.13 시공시 토피는 최소 1.5m 이상 유지하도록 한다.
- 7.1.14 시공시 Slime의 배출을 최대한 원활하게 하여 공내에 잔류 압력이 걸리지 않도록 한다. 특히 구조물(교대, 옹벽 등)의 배면이나 양압력을 받고 있는 구조물 등에 시공할 때에는 더욱 더 세심하게 Slime을 배출시켜서 잔류 압력에 의한 구조물 변위가 발생하지 않도록 해야 한다.

7.1.15 Cement Paste의 유실이 생기는 모래, 모래 자갈층 등에서는 분사용 물 대신에 급결제 용액을 분사하여 유실을 방지하도록 한다. 급결제 용액은 지반상태와 Cement Paste의 유실 정도에 대응하여 100% 원액으로부터 10% 정도의 묽은 농도의 용액까지 배출되는 Slime의 상태를 세밀하게 관찰하면서 변화시켜 사용함으로써 소기의 목적을 달성하도록 한다.

7.1.16 배출된 Slime은 공사용 목적으로 제조하여 사용하기도 하는 Soil Cement 자원이므로 노반 재료, 성토 재료, 매립 재료, 옹벽 등의 구조물 되메우기 재료, 유동화 방지 재료 등으로 사용할 수 있다. 다만 건조시 분진 등이 생길 수 있으므로 표면 재료로 사용하는 것은 피해야 한다. 만약 전용할 곳이 없을 경우에는 건설 폐재류 처리장으로 운반하여 처리하도록 한다.

8. 검사

8.1.1 검사에 필요한 모든 비용은 발주자가 계상하여 충분한 항목과 회수의 검사가 이루어질 수 있도록 한다.

8.1.2 검사방법

(1) 현장 여건과 설계 목적에 따라 아래의 네 가지 방법 중 어느 것으로도 검사할 수 있는데 비용과 시간에 여유가 있을 경우에는 ①의 방법이 좋고, 비용과 시간에 제약이 있을 경우에는 ②, ③, ④의 방법 중 어느 것이라도 무방하다. 참고로 1980년경부터 고속분사공법의 일종인 JSP공법을 사용해 온 우리나라나 그 이전부터 사용해 온 일본에서도 그 성과품의 검증은 대부분 ②, ③, ④의 방법으로 시행해 왔다는 것을 첨언한다.

① 정재하시험

가. 한국공업규격 KS F 2445 “축 하중에 의한 말뚝침하 시험방법”에 준하여 실시한다.

나. 본 방법은 RJP 본체의 내력과 지반 지지력을 한꺼번에 측정할 수 있으나 그 중에서 어느 것 하나가 약할 경우에는 그 약한 것에 의해 성과가 표시된다.

② 시험 시공 후 또는 실제 시공 후 3는 3.1.4절의 방법대로 굴삭하여 성과품을 육안관찰하고 그 시편을 절취하여 일축압축시험을 실시한다.

③ 시공된 성과품에 직접 Coring을 실시하여 시료를 채취하고 일축압축시험을 실시한다. 여기서, 일축압축시험은 시료에 Capping을 완벽하게 하여 KS F 2314 “흙의 일축압축 시험 방법”의 변위 제어법으로 시행하되 분당 1% 이내의 압축 변형 속도로 실시한다.

④ 시공된 성과품에 직접 표준관입시험을 실시한다. 여기서 ②, ③, ④ 항은 RJP 본체에 대한 검사이며 지반 지지력은 별도의 지반 조사 결과를 이용한다.

8.1.3 검사 심도의 한계성

(1) ①의 방법은 심도상으로 제한을 받지 않으나 ③, ④의 방법은 성과품에 직접 시추기를 사

용하여 Core를 채취하거나 시험용 구멍을 형성시켜야 하는데 이 때 천공시 시료채취기의 선단 Bit에 작용하는 성과품의 반력이 고르지 못하기 때문에 선단 Bit가 반력이 약한 쪽을 따라 휘어져 진행하므로 대부분의 경우 어느 정도 굴진하면 선단 Bit는 성과품의 외부로 이탈하게 되어 시료 채취나 시험이 불가능하게 된다.

(현재까지 개발된 장비로는 성과품의 중앙부에서 천공시 통상 15m 정도 이상의 굴진깊이에서는 시료 채취나 표준관입시험이 곤란하다.)

8.1.4 토층별 성과품의 시료 채취 특성

- (1) 사질토에 형성된 성과품은 강도 특성이 좋고 입자가 고르기 때문에 Core 회수율과 RQD가 커서 좋은 상태의 Core를 채취할 수 있으나 점성토에 형성된 성과품은 강도가 작기 때문에 시료채취기의 선단 Bit에 의해 생기는 Torsion을 견디지 못하여 모두 부서져 버리거나 짧은 토막의 Core 정도 밖에는 회수를 할 수 없게 되는 등 Core 회수율 역시 불량하게 되므로 고급의 시료채취기를 사용하여 정밀하게 시료 채취 작업을 시행해야 한다.

사력토의 경우에는 선단 Bit가 자갈 등을 절단할 때 발생하는 막대한 Torsion을 자갈 등에 접촉되어 있는 성과품이 견디지 못하고 부서져 버리기 때문에 대부분의 경우 자갈들만 채취되거나 아주 적은 양의 Core가 회수되는데 이 때 자갈들만 채취되는 경우에는 염산이나 페놀프탈레인(Phenolphthalein) 등의 시약으로 경화재반응시험을 함으로써 그 성과를 유추할 수 있다.

8.1.5 검사 회수

- (1) 검사 수량은 한 현장당 1개소를 기준으로 하되 지반 조건이 현저히 다르거나 시공 조건, 시공 방법 그리고 사용 재료가 다를 경우 또 성과 이용 목적이 다를 경우 그 때마다 1개소씩 추가할 수 있다.
- (2) 수량이 많을 때는 RJP 250개당 1회를 기준으로 한다.

9. 설계변경

9.1.1 계획변경이 있을 때

9.1.2 시공심도가 변경될 때

9.1.3 지반조건이 당초 추정된 내용과 상이할 때

9.1.4 기타 감독원이 타당하다고 인정될 때