

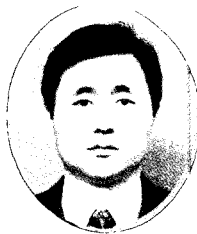
광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례



신 명
한국컨테이너부두공단
건설본부장



현 도 환
한국컨테이너부두공단
항만건설팀장



송 성 섭
(주)한국항만기술단
광양항 3-2 컨테이너
부두공사 감리단장



성 남 규
현대건설(주)
광양항 3-2 컨테이너
부두공사 현장소장



이 동 호
(주)한국항만기술단 과장
(maybird@empal.com)

1. 서론

광양항은 급증하는 컨테이너 물동량을 수요하고 동북아시아 Mega Hub항을 개발하기 위해 국내 2Port-System(부산항, 광양항)정책의 일환으로 개발되고 있고, 항만개장시기에 따른 부지의 조성이 필수적이며 매립 및 지반개량 성토재 등으로 사용되는 토취원이 절대적으로 부족한 상태이므로 공기단축과 토사재 절감이 가능한 진공압밀 공법이 3단계 1차 개발사업부터 준설 및 연약지반 개량에 적용되었다.

연약지반개량에 주로 사용되는 연직배수공법(PBD, SD, PSD)이 수많은 시공실패와 보안을 통해 보편적인 시공관리가 정착되는데 비해, 진공압밀공법은 국내 시공사례가 적어, 인근 현장의 경우 진공압이 유실되며 지반의 압밀이 지연되는 등 공법의

시공 단계에서 많은 과제를 던져주었다.

따라서 3단계 2차 연약지반에 진공압밀공법을 적용할 경우 인근시공사례를 보완하고 공정의 단계별로 신기술 독점업체를 감독하며 컨테이너 터미널의 기능을 수행할 수 있도록 현장 실정에 맞는 방법이 요구되었으며 본 기사에서는 이에 따른 시공개선사례와 관리방법 등을 소개하고자 한다.

2. 현장현황

2.1 현장개요

진공압밀 대상지역은 전라남도 광양항 컨테이너 부두 3단계 2차 축조공사 중 13선석 CY(Container Yard)부지에 위치하고, 연약지반 개량공법으로

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

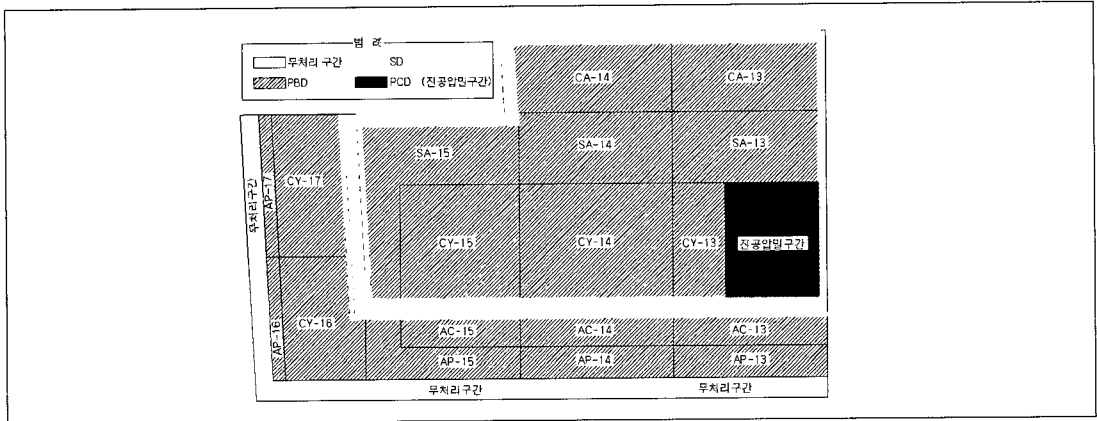


그림 1. 광양항 3-2 현장 진공압밀공법 현황

SD(Sand Drain), PBD(Prefabricated Board Drain) 공법이 주변에 시행되며, 시공면적은 54,272m² (212m x 256m)이다.

계방치기간 10개월 동안 6.9~7.7m가량이고 허용잔류 침하량은 10cm의 설계성능수준을 가지고 있다.

2.2 부지조건 및 설계성능수준

3단계 2차 전체의 해상 및 매립지내 준설매립 점토층은 약 9m, 원지반 연약점토층은 20m 정도의 두께로 분포하며 진공압밀 구역은 개량대상층이 약 25m 가량 존재 하였다. 부지조성 후 Container 적치장으로 사용되며, 공용하중은 포장하중을 포함하여 7.0t/m² 이며, 목표침하량은 최종 재하 이후 설

3. 진공압밀 공법 시공개선

3.1 시공계획 검토 및 개선 방법

3.1.1 사전관리기법의 필요

진공압밀 공법은 특정업체의 공사시방서, 공법시행 및 관리의 Know-how 등이 독점적인 기술로 시공사 및 감리단이 시공계획 및 시공관리 면에서 기술감독과 공사 중 발생하는 특이사항에 대한 대처, 지도 사항이 쉽지 않았고, 인근 현장의 시공결과가 만족할 수준이 못되는 등 공사 자체를 사전에 Manual화 시켜 공정별 시공관리를 시행할 필요가 있었다.

3.1.2 인근 현장의 시공사례 분석

표 1과 같이 누기 및 부압효율 저하 등의 원인으로 인근현장에서는 장래 CY구역인 C1~C8 구역 대부

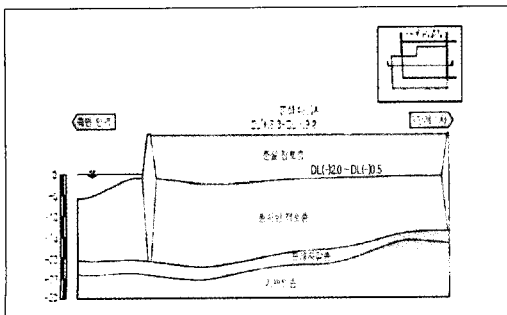
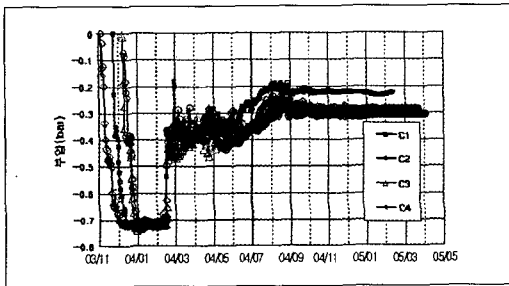


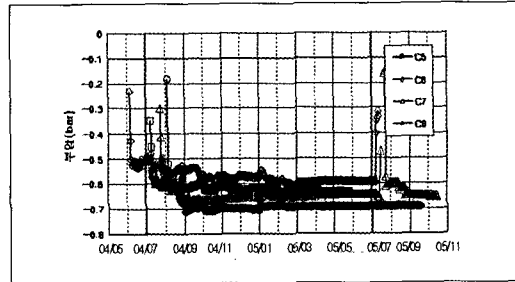
그림 2. 진공압밀공법 지반현황

표 1. 인근현장 진공압 미달 분석

문제점	원인 및 분석결과
누기발생으로 인한 압밀지연	<ul style="list-style-type: none"> · 진공차단거와 지중공기 차단벽 등에서의 누압 유실 · 설계누압(토사 4.0m에 해당되는 진공누압, 0.7Bar)에 미달 · 누기(Loss Suction Pressure) 발생으로 압밀이 지연
제강Slag 사용	<ul style="list-style-type: none"> · 일부 복토재로 포설하였던 제강Slag층에서 누기 발생 · Slag침전물(CaCO3)이 진공펌프 및 드레인재 등에 흡착 · 누압효율 저하 및 관로막힘현상 등이 발생
부지경계부 진공(기밀)처리 미흡	<ul style="list-style-type: none"> · 가토제 인접부 등 일부 지중공기 차단벽 미설치 · 압밀침하 차이(段差)로 배수층 절단 및 누기가 발생



(a) 동축부지(C1~C4 구역)



(b) 서측부지(C5~C8 구역)

그림 3. 인근현장 진공누압 미달현황

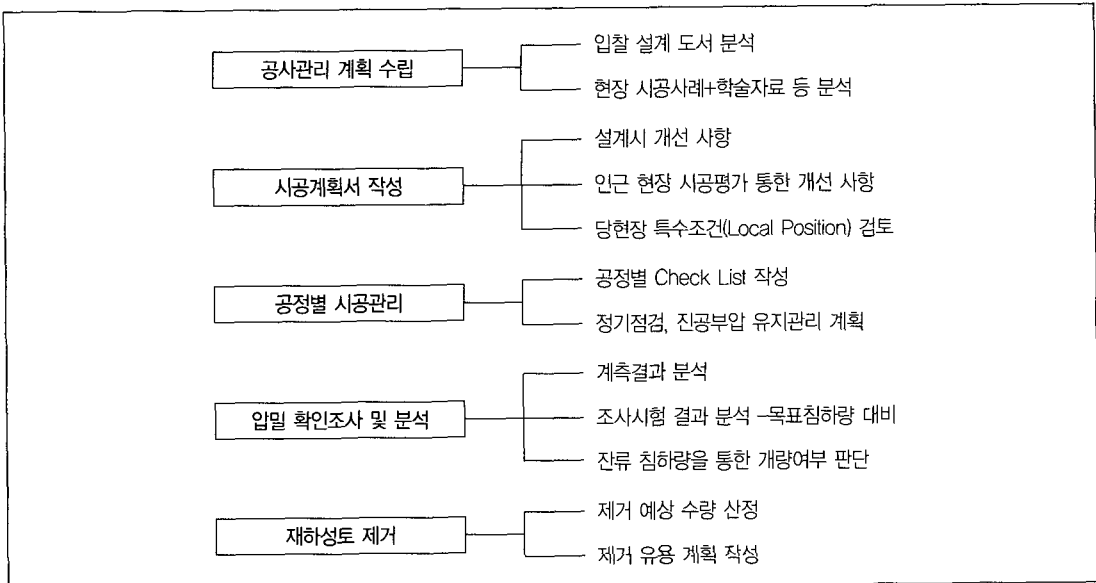


그림 4. 진공압밀공법 공사관리 I-Chart

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

분이 진공압 밀달로 인한 추가성토가 불가피하여 진공압만으로는 지반을 개량하지 못하였다.

3.1.3 I-Chart 식 접근기법 도입

I-Chart 방식은 공사추진으로 인한 위험도를 사전에 예측(Risk-management)하고, 계획단계에서부터 전반적인 시공관리를 수행하는 기법으로, 체계적 시공과 사전 문제점에 대한 효율적 대비책 마련이 가능하여 당 현장 진공압밀관리 공법에 적합하였다.

3.2 시공 공정별 개선사항

진공압밀 공법의 I-Chart 식 관리 방안에 따라 시공계획서에 제출된 각 공정별 검토항목을 산정하였으며 이는 한공정이 실패할 경우 다음 공정을 추진할 수 없는 진공압밀 공법의 특성에 부합한 관리 방식이었다.

따라서, 각 공정별 검토항목을 산정하였으며, 검토항목에 따른 수정, 보완계획을 수립하고 진공압밀 시공 전에 조치하여 사전 시공계획을 보완하였다. 이는 시공 중 발생할 수 있는 많은 변수들을 사전에 예측하여 보완한 것으로 실제 인근현장의 시공사례와 최근 공법의 개선사항 등이 많은 참조가 되었다.

진공압밀 공법은 수직드레인(PCD) 타입 후 압밀수배수시설과 진공유지 시설, 계측관리 등으로 추진되었으며 각 공정별 개선사항을 시공에 반영하였고, 공정별 품질관리를 위해 감리자의 검측요청서에 주요 항목에 대해 체크리스트를 확정하여 반영하였다.

1) 수직드레인(PCD)타입

수직드레인은 원통형 배수재로 지지층에서 1.0m를 이격하여 타입 하므로(하부배수층 누기 방지)타입 심도를 20m×20m 간격으로 143공을 시행하여 결정했다. 또한 인근현장에서 타입심도만 표시되었던 것을 경사, 따라오름도 관리할 수 있도록 조치하였다. 당초 설계에서 진공차단거 하부에 경사드레인(5°, 10°)을 계획하였으나 이는 이미 타입된 수직드레인이 손상되고, 준설매립층에서 정착(Anchoring)이 불가능하므로 수직항으로 변경, 시공하였다.

PCD 자재 이음부는 신장을 고려한 인장강도시험을 통해 이음부 방법을 결정하여 시공하였고, 타입 장비는 제원과 접지압을 확인후 주행성을 검토하였으며, 자동기록장치의 현장 검교정과 수직드레인 타입 시 일일 현장 작업보고서를 통해 타입 간격, 타입 심도, 불항타시 재시공 여부, 따라오름 및 경사도 등을 확인하였다.

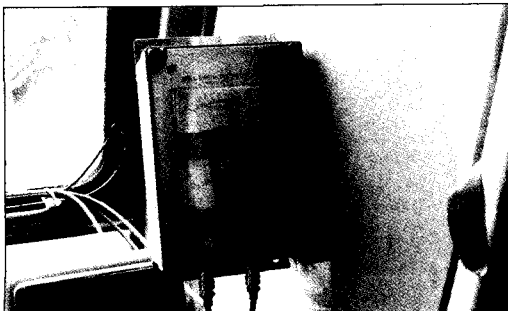
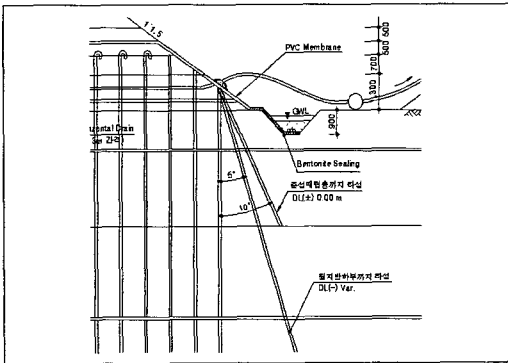


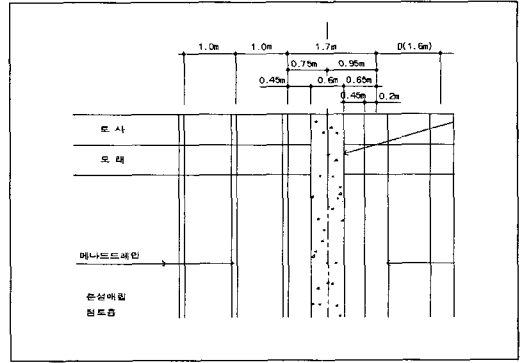
그림 5. 수직도 모니터 및 시공확인



그림 6. 파라오름(실타입철선) 확인 및 연신을 확인



(a) 당초계획



(b) 당현장 개선

그림 7. 경사드레인 수직향 변경

2) 수평드레인 설치

수평드레인은 원통형 배수재를 사용하여 설치간격을 1.3m에서 1.0m로 변경하여 수직드레인(타입 간격 1.0×1.0m)과 중첩되지 않도록 하였으며, 복토층에 설치 시 자재 손상을 방지하기 위해 리퍼를 이용하여 사전 굴착 후 Sand Mat 층 내에 시공하였다. 그밖에 시, 중점부 연결 시 경계부에서 여유장 1.0m를 확보하였으며 End Cap, 이형 연결관(PVC)을 사용하여 밀봉하였다. 시공직후 타입 간격, 타입 심도, 시중점부 연결상태, 설치 후 모래층 되메움 두께(0.5m)를 확인하였다.

3) 진공차단거 설치

진공차단거 설치 깊이는 주변 20m간격으로 CPT를 실시하여 Sand Seam을 파악 후 결정하였으며, 표층 구속응력 감소와 부등 침하 등으로 인한 벽체의 변형 및 균열 발생으로 누수 및 누기가 예상되므로 진공차단거(폭 2.4m, 깊이 0.9m) 내 기밀유지방법으로 진공차단거(Cement)에 Bentonite를 혼합하였으며 철판 Sheet pile(L=3.5m, t=1.3mm)을 추가로 설치하고, 진공막 상, 하부에 0.5m의 불투수층(흙)을 부설, 진공차단거내 압밀수 순환 시설을 설치하였다. 또한 부지 중앙에 Middle Trench설치와 추가 Pump를 설치하였다. 이는 인근현장에서 중앙부

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

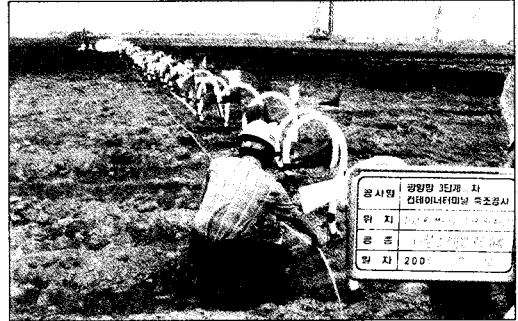
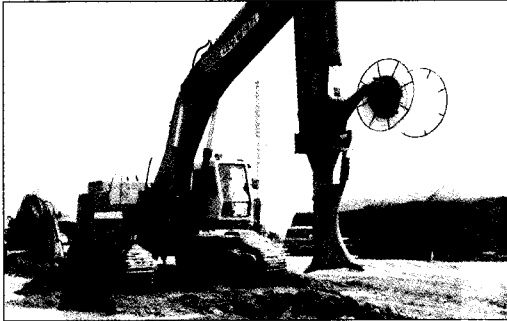


그림 8. 수평드레인 설치와 시공확인

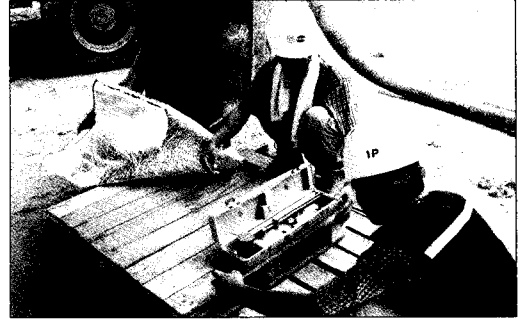
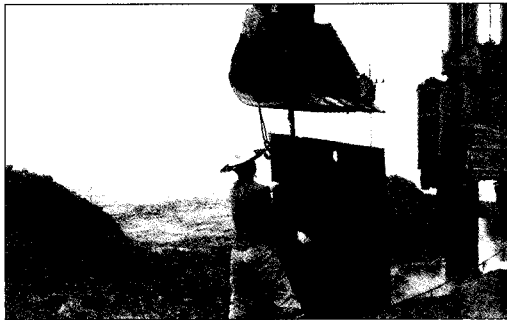


그림 9. 진공차단거(S.C.B.W) 시공관리(장비 반입 및 안정액 품질검사)



(a) 철판 Sheet Pile 설치



(b) 불투수층(뿔) 부설

그림 10. 누수 및 누기 방지조치 사항

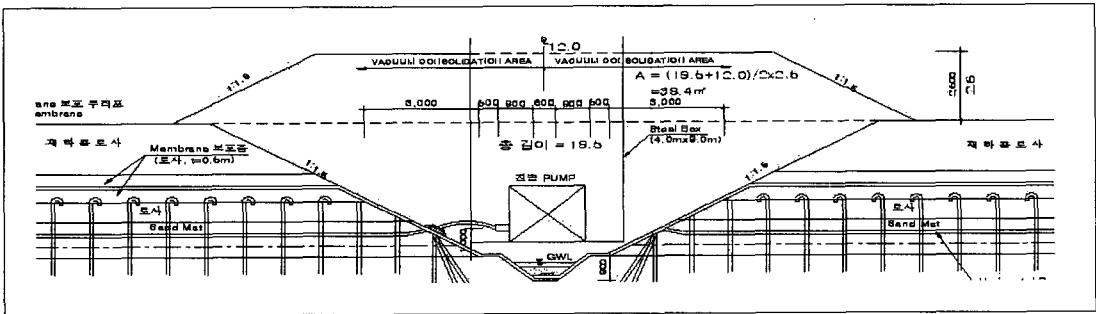
에 재하성토(2.5m)를 한 것을 개선한 것이다. 시공관리로 진공흡입판을 설치할 경우 설치 위치를 확인하고, 진공흡입판의 연결소켓에 수평드레인 연결방법과 진공부압계 튜브관 설치방법의 적정성을 평가하였다. Slurry Wall의 재료 배합은 안정액(Slurry

Mud)의 품질 관리기준(비중 : 1.0~1.25, 점성(sec) : 33~70, PH : 7~13)을 두었으며, 관리 시험용(시멘트+벤토나이트+물) 시료 설계기준(투수계수: $1 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ 이하, 압축강도 : 20.4kgf/cm^2 이하)을 제시하였다.

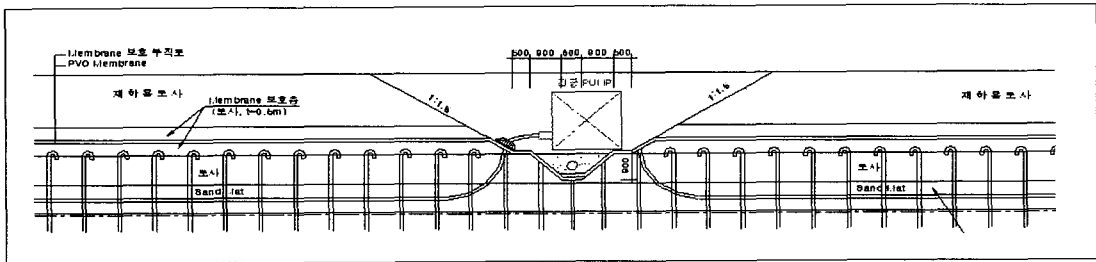
4) 진공막 설치

진공막은 HDPE 재로 여름철에 시공 시 지열의 영향으로 자재 자체에 신율이 발생하므로 두께를 1.0mm에서 1.5mm로 증가시켰으며, 접합 및 흡입판부의 장기간 진공압 유지를 위해 자동용접기 사용과 진공흡입판을 아크릴판넬로 시공하였고, 접합부

의 경우 공기압시험으로 용접부의 기밀성을 확인하였다. 진공막을 보호하기 위해서 진공막 하부에 보호부직포만 포설한 것을 상부에 양생포를 추가 포설하여 개선하였다. 또한 겹침폭(7cm)와 용접상태도 별도의 기준(주입압력: 1.5~2.0bar, 압력유지시간: 3분)을 두어 관리하였다.



(a) 인근현장 중앙부 처리방법



(b) 개선 후 중앙부 처리방법

그림 11. 진공차단거부 개선사례

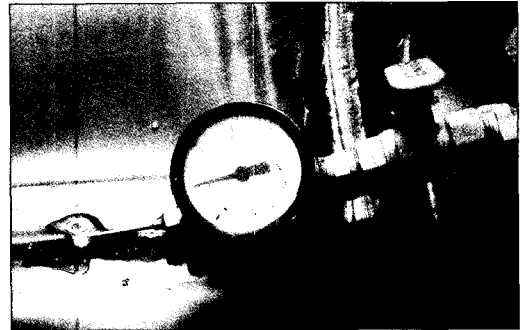


그림 12. 진공막 시공관리 (용접 및 공기압 시험)

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

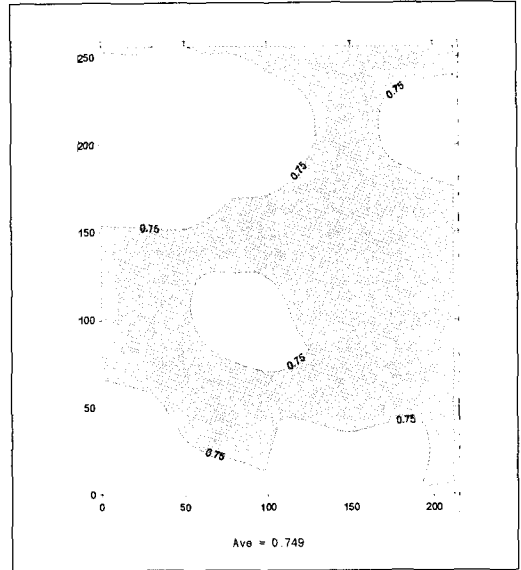
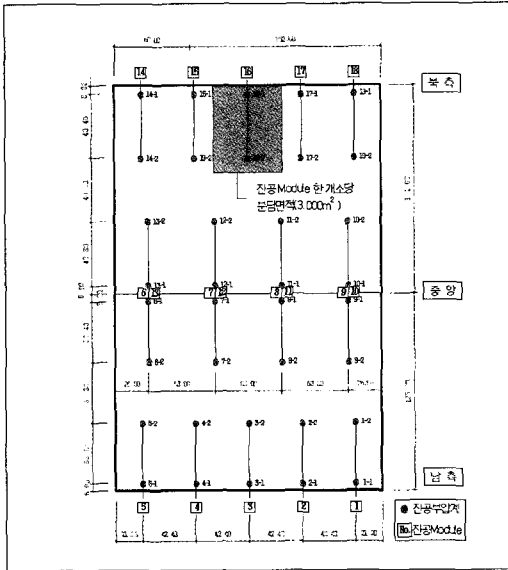


그림 13. 진공압밀 Module 설치 및 부지내 진공압 Contour



(a) 진공부압계 설치



(b) 측정선 진공막 통과 상태

그림 14. 진공압밀 계측관리

5) 진공압밀 Module 설치

진공압밀 Module은 Well Pump(HEDUIG) 1대, MS Pump 2대, Water Tank 1대로 구성되며, 침하에 따른 수두차 발생 시 진공압이 저하되었던 인근 현장 시공사례(4,000m² 당 1개소 설치)를 통해 1개소당 분담면적을 3,000m² 당으로 축소하여 4개소를 추가한 총 18개소를 설치하였다.

시공관리로는 작동 시 가압 및 진공부압을 확인 (0.7bar 이상)하고, 진공압밀 Module과 진공흡입판의 연결상태와 입밀수 배수시설 및 순환수 유지관리 시설을 확인하며 진행하였다.

6) 계측관리

계측관리는 진공압밀 대상부지의 지역별로 자세

표 2. 진공압밀공법의 점검

점검 종류	점검 항목	주요 체크리스트
일일 점검 (매개소별)	· 진공부압 현황 · 진공펌프 운전 및 점검 · 진공펌프 가동 시간	· 진공부압의 가동현황 Contour 작성 · 진공펌프의 부압 기준(-0.7bar)확인 · 진공펌프 고장 및 수리 여부
정기 점검 (월 2회)	· 진공부압 현황 및 복구시간 · 진공압밀 Module 가동 상태 · 압밀수 및 순환수 상태 · 계측기 점검	· 구역내 및 진공펌프의 부압 확인 및 튜브 일시제거 후 부압 복구 시간 · HEDUIG 및 MS Pump 가동 유무 및 가압수치, 호스볼량의 유무 · 장시간 가동으로 인한 Pump효율 감소비 측정 · 압밀수 배수 유안 확인 및 집수정의 순환수를 지하수위계 Reader로 수위 점검 · 간극수압계, 총별침하계 Readout Unit으로 측정
부정기 점검 (이상시)	· 정전시 대책 · 진공부압계 이상	· HEDUIG 및 MS Pump의 밸브 차단 · Pannel상태, 보호관 등 점검 · 부압이 저하되면 Compressor를 이용하여 공기 주입 · 호우시 진공압밀 Module 내 지표수가 유입될 경우, 각종 전기시설과 침수대상시설을 사전에 안전한 곳으로 이동하고 침수지역에 임시배수 시설을 가동

한 부압을 파악하기 위해 당초 12개소에서 36개소로 진공부압계를 PCD 타입 직후 Sand Mat 내에 설치하였고, 총별침하계 및 간극수압계는 2개소로 측정용 배선을 보호관을 사용하여 작업 구간 밖으로 연장, 측정선을 소켓을 사용하여 진공막을 통과하도록 하였다.

7) 공법의 점검

공법의 점검은 일일, 정기, 부정기로 나누어 표 2와 같이 수행하였다.

4. 진공압밀 공법의 지반개량 효과

4.1 공법 적용 지반의 특수성

설계 당시 당 현장 13번 선석의 CY구간은 자동화

부두로 설계가 되어 진공압밀공법으로 공기를 단축하려 했으나 시공직전 13번 선석과 14번 선석 경계 부에 준설토(모래)가 투기되어, 진공압밀공법시행 전에 지중에 형성된 1~10m 두께의 Sand seam이 불규칙적으로 넓게 분포하였으므로 추가 현장 지반 조사를 통해 설계침하량을 최대 7.7m에서 5.5m로 재산정 하였다.

4.2 제거 시기 검토 기법

압밀을 촉진시키기 위해 ‘연직드레인+재하성토’ 공법을 적용할 경우 현장 계측 결과로부터 재하성토의 제거 시기 검토를 위해 압밀도를 산정하는데 쌍곡선법과 Asaoka 법이 주로 사용되고 있다. 기존 쌍곡선법의 경우 반경험적 방법으로 2차 압밀침하를 포함하므로 1차 압밀침하에 대한 압밀도를 과소평가하는 문제점이 있으므로, 본 검토에서는 Asaoka

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

법과 싱가포르 국립대 Tan 교수(1995)가 제안한 새로운 쌍곡선법을 적용하여 1차 압밀침하에 대한 압밀도를 산정하였다.

설계하중 조건에 대해 잔류침하량을 산정하는 방법 및 절차는 다음과 같이 수행하였다.

- 1) 재하성토 제거 예정지역에서 지반조사 및 실내 시험 실시
- 2) 압밀전·후 지반조사 결과 및 계측 침하량을 고려하여 해석단면, 지반정수 결정
- 3) 압밀전 해석단면에 대하여 실제 시공기간과 압밀방치기간을 적용하여 목표침하량(S_{opt}) 재계산
- 4) 지표침하판 측정결과에 대해 Asaoka법, 쌍곡선법으로 최종침하량(S_{ult}) 및 평균 압밀도 산정

- 5) 위 4)에서 구한 S_{ult} 와 위3)에서 구한 S_{opt} 의 비율로 배분하여 층별 침하량 및 압밀도 산정
- 6) 각 층별 침하량 산정 결과로부터 압밀 후 단위 중량 및 간극비 산정.
- 7) 압밀 후 단면에 대하여 포장하중 및 설계하중을 고려한 각 층의 작용응력(P) 산정
- 8) 압밀도에 따른 각 토층의 중앙에서 유효응력 (P) 산정
- 9) 계획고(DL(+5.0m)까지 제거한 후 공용하중 작용 시 잔류침하량이 허용량(10cm) 이내인지 판단

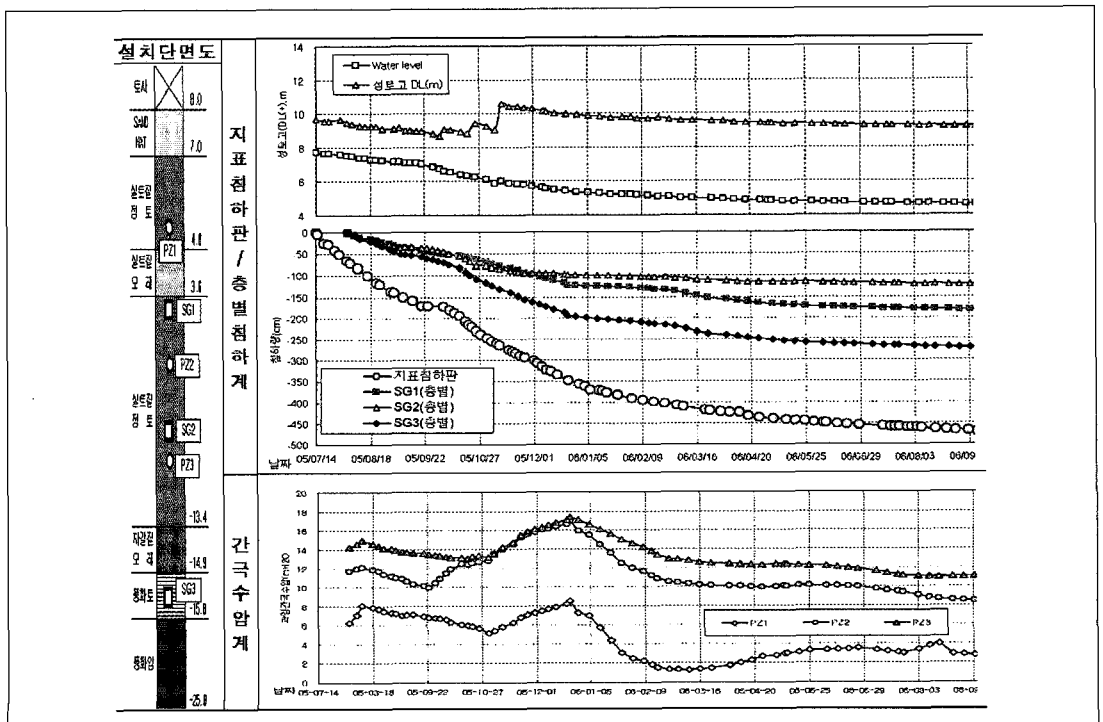


그림 15. 진공압밀구간 계측 결과

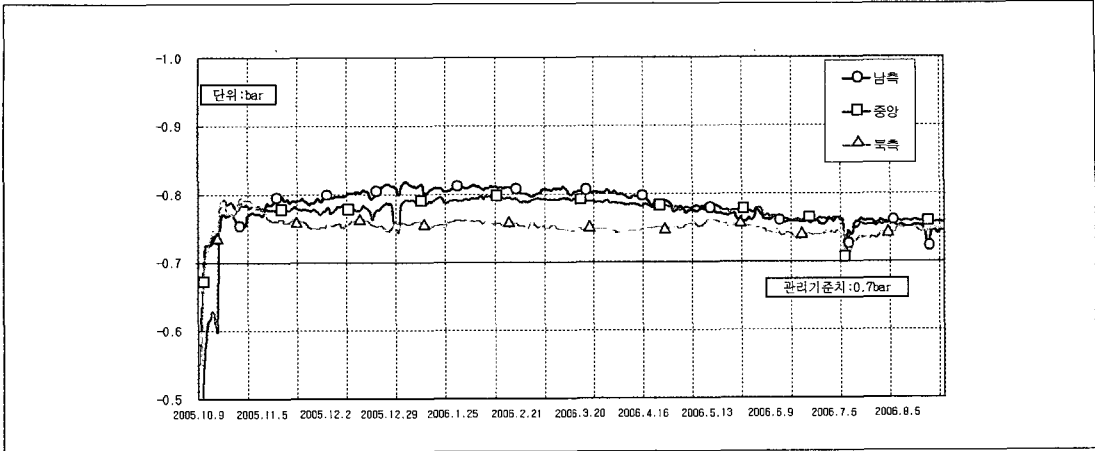


그림 16. 진공부압계 가동결과

4.3 지반개량 성과 확인

4.3.1 계측성과

지표침하판, 층별침하계를 통한 계측성과는 그림 15와 같으며, 설계침하량에 도달하지 못한 사유는 당초 설계에서 제시된 정수가 다소 과대하거나 Sand Seam 등에 의한 압밀대상층의 두께 차이에 의한 것으로 판단된다. 그러나 진공부압계는 초기에 기계로 1.0Bar를 가동하여 약 11개월 이상 가동한 결과, 그림 16과 같이 관리기준치(0.7Bar, 이론적으로는 1.0Bar이나 진공압효율감소를 고려)를 모두 상회하여 인근 현장(그림 4의 인근현장 부압관리참고)과는 달리 누기에 의한 재하하중의 손실은 없었다.

지표침하판은 Sand Mat상부에 설치했으며, 계측 결과는 3.0~4.5m(평균 3.8m) 가량 침하가 발생되어 설계대비 약 84%의 침하량을 보여 진공압이 가해진 05년 10월부터 압밀침하가 활발히 이루어진 것을 알 수 있다.

층별침하계는 하부 실트질 점토층에 2개, 고정층에 1개가 설치되어, SG1은 상부층부터, SG2는

SG1~2층을, SG3는 SG2~SG3의 각 층의 침하량을 나타내며 각 센서(SG1~3)마다 1.2~2.6m가량의 침하량을 보여 지표침하량의 월간 변위량과 유사하였다. 간극수압계(PZ1~3)을 통해 계측된 과잉간극수압은 진공압이 가해진 시점에서 급격히 상승하여 약 50일 이후 소산되기 시작하였고 지하수위는 Sand Mat 내에 위치하였다.

계측기별로 측정일이 다소 차이를 보이는 것은 지표침하판은 연직배수공(PCD) 시행 전 초기침하량 측정을 위해, 층별침하계와 간극수압계의 경우는 파손방지를 위해 연직배수공 시행 직후에 설치했기 때문이다.

4.3.2 조사시험 결과에 따른 지반개량 검토

1) 강도변화

전반적인 강도시험 결과 이론적 변화량에 부합되는 실제 지반개량효과를 보였다고 평가할 수 있다. 또한 인근현장과 비교결과 원지반 점성도 층의 강도 증가가 크게 된 것을 알 수 있다.

광양항 컨테이너 부두 연약지반 개량용 진공압밀공법 시공 개선 사례

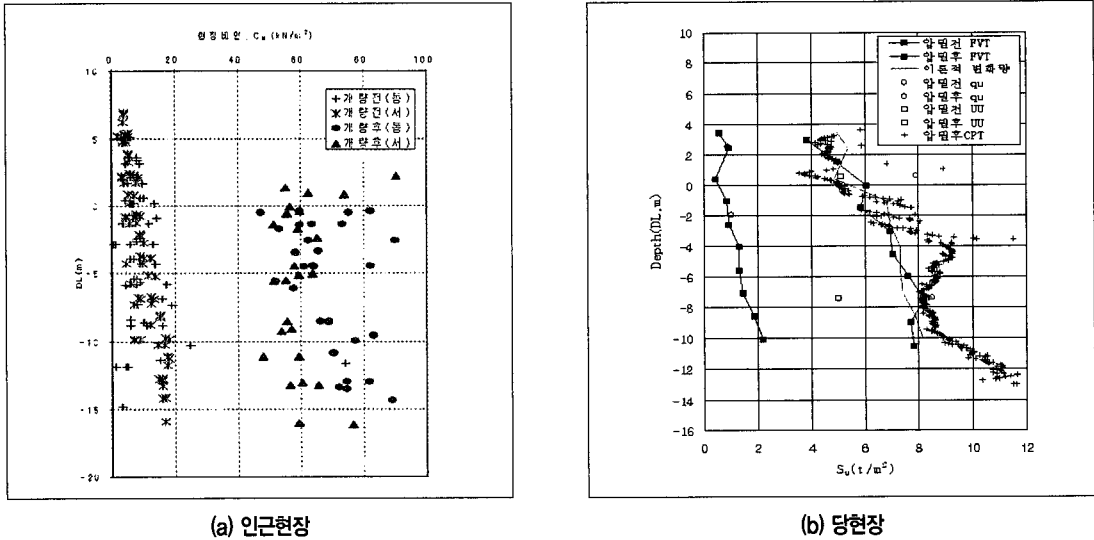


그림 17. 진공압밀 공법 전후 지반강도의 변화

표 3. 진공압밀 전후 지반정수 변화

구 분	인근현장		당 현장	
	개량전	개량후	개량전	개량후
단위중량, γ_1 (t/m ³)	1.31~1.77	1.48~1.82	1.49~1.61	1.60~1.77
함수비, w (%)	35.0~139.0	30.0~67.0	62.5~80.3	42.7~67.2
간극비, e	0.9~3.6	0.9~1.7	1.69~2.25	1.177~1.815
압축지수, c_c	0.22~1.82	0.29~0.91	0.54~0.88	0.66~1.16
흙의비중, G_s	2.67~2.76	2.66~2.70	2.68~2.69	2.70~2.71
압밀계수, c_v (cm ² /sec)	3.0~4.0×10 ⁻⁴	2.0×10 ⁻⁴ ~4.2×10 ⁻³	2.4~3.2×10 ⁻⁴	4.1×10 ⁻⁴ ~1.7×10 ⁻³

2) 지반정수의 변화

당 현장의 연약지반 개량 후 단위중량(γ_1) 및 선행 압밀하중(P_c)은 선행재하에 따라 증가되었으며 함수비(w) 및 간극비(e)는 감소되는 정상적인 경향을 보였다. 그러나 압축지수(C_c)와 흙의 비중(G_s)은 압밀전 후 시험 결과치에 다소 차이가 있음을 나타내고 있는데 이는 시료채취 위치 및 심도 때문인 것으로 추정된다.

또한 인근 현장의 지반개량 성과와 비교할 경우 개량 후 지반정수는 유사한 것으로 판단된다.

5. 향후 연약지반 설계 시 개선사항

5.1 등방압밀시험 성과의 적용

일반적인 압밀시험(Oedometer)은 축방이 구속된 (K_0) 조건이며, 진공압밀은 축방과 연직방향이 동일한 등방시의 압밀조건이므로, 설계침하량 및 증가강도를 계산할 경우 등방압밀 시험결과를 적용하는 것이 타당할 것이다. 또한, 당 구역의 경우 등방압(진공압)과 이방하중압(성토하중)이 조합된 경우이므로 적용대상지역에 흡사한 현장조건으로 실내시험을

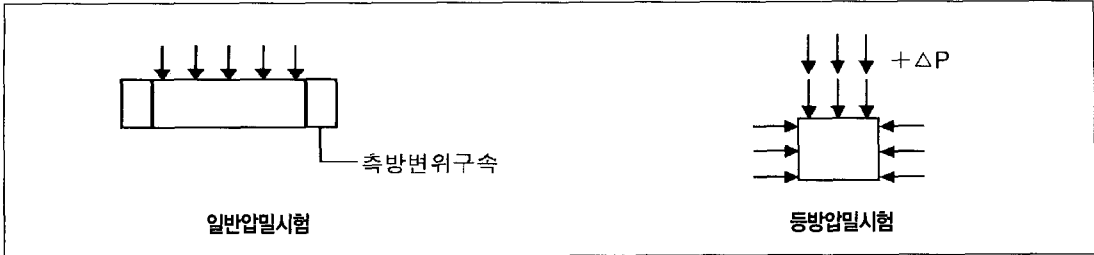


그림 18. 일반압밀시험과 등방압밀시험의 비교

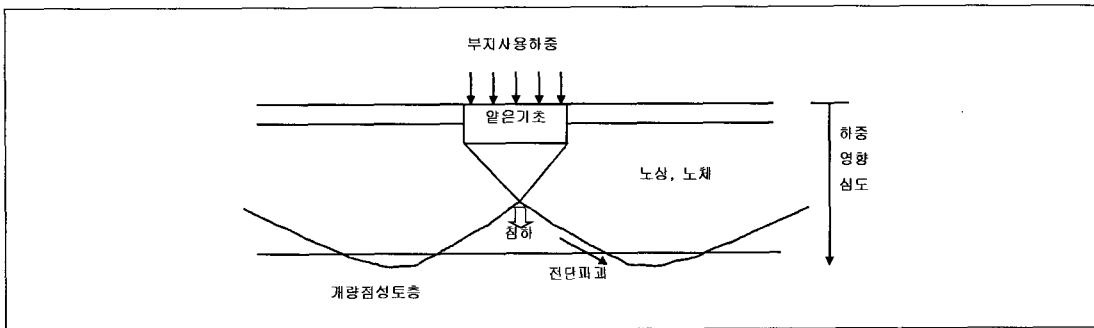


그림 19. 개량점성토 상부의 알은기초 파괴형상

재현하여 압밀, 강도해석(연직, 수평방향 이방성 강도)을 할 필요가 있다.

5.2 지내력 설계기준의 수립

진공압밀 공법으로 지반을 개량하고 컨테이너 Yard의 포장형식이 Strip기초로 결정되었을 경우, 부지개량 후 허용잔류침하량을 만족시키는 조건 외에도, 포장층에서 발생할 수 있는 전단파괴 등도 고려하여 침하량과 지지력이 동시에 만족하는 지내력 설계기준과 목표전단강도 도달을 적용할 필요가 있고, 이때 진공압에 의해 증가된 전단강도 이방성에 대한 실험 연구(단순전단시험, 변형 Vane 시험 등)가 부차적으로 수행되어야 할 것이다.

또한, 노상 및 노체 내 상부사용하중이 미치는 영

향심도를 파악하여 노상 및 노체 내에 양질토가 잔류할 수 있도록 하는 최소목표침하량을 설계조건으로 제시할 수 있다.

5.3 진공가압의 효율적 배치

일반적으로 연약지반의 압밀침하는 초기에는 침하속도가 크지만 시간경과에 따라 점차 감소하는 경향을 보이고 있다. 진공압밀 공법은 수평배수층내에 흡수된 압밀수를 조속히 배출시킬 수 있는 특징이 있으므로, 유사지반의 침하동향(하중-시간-침하량 Graph)을 분석하여 적용할 경우 압밀 초기와 후기에 Pump수량을 조절하는 등의 각 단계별 소요진공압을 배치한다면 보다 효율적으로 압밀을 촉진시킬 수 있다.

6. 결론

- 진공압밀 공법은 공정이 복잡하고 모든 공정이 연계되어 있어 당현장에서 적용한 I-Chart 기법 같은 통합적 일괄관리 System이 사전에 고려되어야 하며 현장실정에 맞게 체계적으로 시행되어야 한다.
- 진공압밀 공법과 재하성토+연직배수재에 의한 지반개량 성과(잔류침하만족, 강도증진 등)는 유사하나 공기단축, 토취원보호, 수평강도 증진, 잔류침하량 최소화(유지관리 비용감소) 등의 효과면에서 진공압밀공법이 보다 진보적인 것으로 평가된다.
- 기존 가압 Pump 사용수량이 2개(Heduig, MS Pump)로 개별 Pump의 효율저하시 서로 보완하였으나 Pump의 효율을 증대시켜 1대만 사용할 경우 경제성을 크게 개선할 수 있다.
- 공법설치 이후 전적으로 진공부압계 등으로 누기여부를 판정하므로 진공차단거 및 진공차단막 설치 공정 후 부압 및 누기관리를 세부 구역으로 유지관리 기법을 도입하여 관리해야 한다.
- 부지 내 준설투기 등으로 인한 Sand Seam이 불규칙적으로 분포할 경우 공법의 경계부를 CPTU 등의 수평, 수직방법 연속지반조사로 지반분포를 사전에 파악하여야 한다.
- 마지막으로 진공압밀 공법은 다음의 현장에 적합하다고 평가된다.
 - 준설투기 직후 성토 시 사면활동(단계성토 불가능 등)이 우려되는 초연약지반의 탈수

개량공법

- 재하성토용 자재가 원활이 공급되지 않는 공기가 제한된 지역
- 얇은기초 적용대상 구역은 수평강도(유효수평방향 저항력)가 연직하중과 동일한(등방압밀) 압력에 의해 증가된 진공압밀구간이 유리할 수 있다.

참고문헌

1. 이 송 외, 2006, "준설매립지반에서 진공압밀공법 적용사례", 한국 토질 및 기초기술사회 기술발표회 논문집
2. 한국컨테이너 부두공단, 2006, 광양항 3단계 2차 컨테이너 터미널 축조공사에 따른 계측관리 월간보고서
3. 한국컨테이너 부두공단, 2006, 광양항 3단계 1차 컨테이너 터미널 축조공사에 따른 진공압밀공법 공사보고서
4. H. Imanishi, 2007, "Construction Risk Management and Monitoring" 한국지반공학회 학회지, vol 23 No. 2, pp.6~14
5. Cognon J.M, Juran I., 1994, "Vacuum Consolidation Technology Principles & field Experience", Vertical & Horizontal deformation of Foundation & Embankments Geotechnical Special Publication No. 40 ASCE, pp. 1237~1248
6. Tan, S. A. 1996, "Comparison of the Hyperbolic and Asaoka Observational Method of Monitoring Consolidation with Vertical Drain", Soil and Foundations, vol. 36 No. 3, pp. 31~42