

캡드레인(Cap drain)을 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

Hiroshi Shinsha^{*1}, Hiroshi Yoneya^{*2}, 강민수^{*3}, 심성현^{*4}

1 서론

진공압밀공법은 연직배수공법(Vertical drain)을 활용하여, 1940년대에 스웨덴에서 개발된 지반개량 공법이다¹⁾. 이 공법이 일본으로 기술도입된 것은 1960년대이고, 1964년 고베(Kobe)시의 준설 매립지에서 현장실험이 처음으로 실시된 바 있다²⁾.

진공압밀공법은 점토지반 등의 연약지반에 진공 압(이하, 부압)을 작용시킴으로써 압밀개량시키는 방법으로 압밀응력이 등방으로 작용되기 때문에 전단에 의한 지반파괴가 발생되지 않는 특징을 보유하고 있다.

따라서 사람의 보행이 곤란할 정도의 준설매립지 등과 같이 전단강도가 매우 작은 연약지반개량에 매우 적합한 공법이라 할 수 있다.

진공압밀공법은 통상 배수재 타설 후에 지표면을

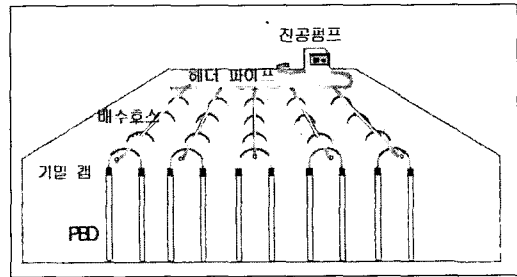


그림 1.1 공법개요도

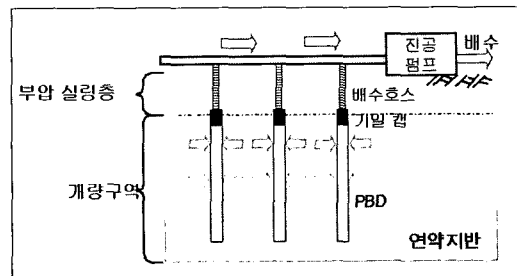


그림 1.2 공법개요도

기밀성 시트로 밀폐해서 부압을 가함으로써 압밀개량을 시행하지만, 점토지반이나 해저의 연약지반에서는 기밀시트에 의한 밀폐가 시공상 곤란하기 때문에 최근에는 기밀시트를 이용하지 않는 방법이 현장

^{*1} 오양건설 (Penta Ocean Construction Co., Ltd.) 기술연구소, 부소장(Hiroshi.Shinsha@mail.penta-ocean.co.jp)

^{*2} 오양건설 기술연구소, 계장

^{*3} 삼성건설 토목사업본부 항만팀, 차장

^{*4} 삼성건설 토목사업본부 토목기술팀, 차장

캡드레인(Cap drain)를 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

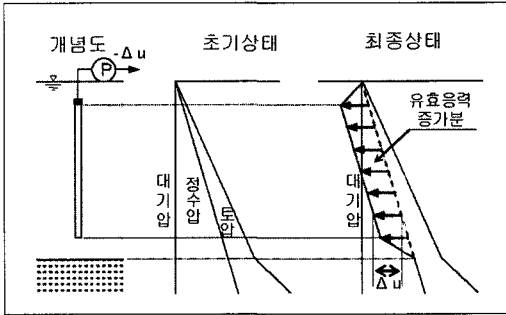


그림 2. 작용압력의 모식도

에서 적용되어 지고 있다.

이 방법은 캡(Cap) 부착 드레인(이하, 캡드레인)을 이용하는 것으로, 그 공법의 개요를 그림 1.1과 그림 1.2에 나타내었다. 본 보고는 Cap drain을 이용한 진공압밀공법의 개요, 일본에서의 시공실적 및 현장에서의 적용 예 등을 소개하고자 한다.

2. 캡드레인을 이용한 진공압밀공법

2.1 개요

진공압밀공법을 현장에서 적용하여 충분한 개량 효과를 얻기 위해서는 점토층에 확실히 부압을 작용시킬 필요가 있으며 부압의 크기는 이론 상으로는 100kN/m^2 이지만, 현장에서의 부압효율을 고려한다면 약 $50\sim 70\text{kN/m}^2$ 정도이다. 목표로 하는 개량효과가 부압만으로 충분하지 않다고 판단되는 경우에는 추가 필요하중만큼의 성토를 병행하기도 한다.

기밀성 시트를 이용하지 않은 진공압밀공법을 현장에 적용하는 경우에는 캡드레인을 사용하며, 캡드레인의 구성은, 캡과 캡하부의 일반적인 Plastic Board drain(이하, PBD), 캡상부의 배수호스로 이

루어져 있다. 여기에서 캡은 일반 PBD와 원형의 배수호스를 연결하는 역할을 한다.

배수재(PBD)타설은 캡부분이 수위 이하에서, 또한 점토층의 $1.0\sim 2.0\text{m}$ 심도에 위치하도록 시공한다. PBD가 타입된 점토층에서는 진공펌프에 의해 발생된 부압이 배수재를 통해 배수재 주위의 점토층으로 전이된다. 이때 점토의 압밀현상은 부압 배수재와 대기압 하의 점토와의 사이에 부의 동수구배가 발생함으로써 일어나는 것으로 부압을 지속적으로 유지하면, 점토 내의 간극수압이 부압으로 전환되어지고 압밀이 종료된다.

한편, 캡 상부의 점토층에서는 발생된 부압이 서서히 상부로 전달되고 최종적으로는 지표면을 "0"으로 하는 삼각형분포의 하중조건이 형성되어지며, 이 현상을 그림 2에 모식적으로 나타내었다. 실내실험에 의하면 점토층의 투수계수가 10^{-6}cm/sec 정도일 경우, 1m 정도의 실링 두께로 PBD의 부압을 유지할 수 있는 것으로 확인된 바 있다⁹⁾. 여기서 부압을 유지하는데 필요한 점토층을 기밀 실링(sealing)층이라고 한다.

2.2 시공 Flow

본 공법의 시공 flow를 그림 3에 나타냈다. 시공은 다음과 같이 실시한다.

① 사전조사

우선, 콘관입시험(CPT) 등의 현장조사를 실시하고, 그 결과로부터 개량 층두께를 결정한다.

또한, 지반의 토층구성 조건과 개량층두께로부터, 캡드레인의 배수재 길이와 배수호수의 길이를 결정한다.

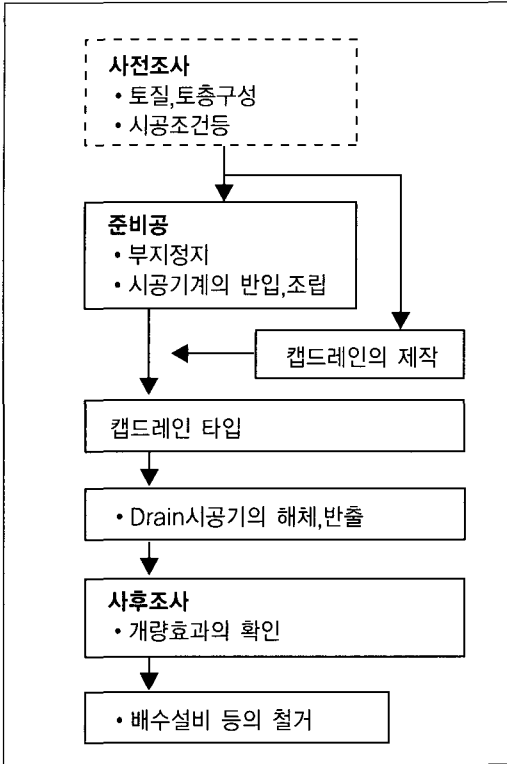


그림 3. 시공 flow

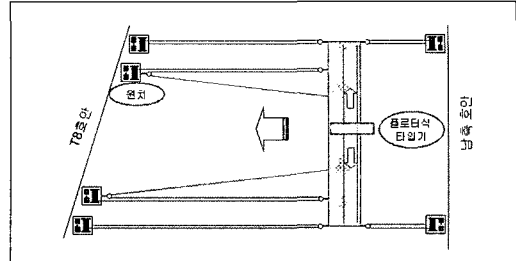


그림 5. 타입기 이동용 winch 배치도

② 캡드레인의 제작

소요길이에 따라 캡드레인을 사전에 공장에서 제작하며, 여러 개의 캡드레인을 연결해서 Roll상태로 만든다. 사진 1은 캡부분, 사진 2는 Roll상으로 제작된 캡드레인을 나타낸다. 배수재의 연결은 그림 4와 같이 배수호스의 손상을 방지하기 위해 로프모양의 보강재를 배수재에 부착시키고, 이로 인해 배수재 타설시 배수재에 작용되는 인장력에 대응하도록 하였다.

③ 배수재의 타설

보통은 일반 연직배수재 타설기를 이용하여 캡드레인을 타설한다. 육상시공의 경우는 사진 3의 자주식 배수재 타설기를 이용하며 표층강도가 매우 작은 초연약 점토지반 또는 수상시공의 경우에는 사진 4와 같이 Float type 타설기를 이용하며, 타설기의 이동은 그림 5와 같이 윈치를 사용한다.

④ 부압 재하

지표면에 노출된 배수호스를 개별적으로 지상의 집수관에 부착시키고, 진공펌프에 최종 연결시킨다. 이러한 배수호스의 연결상황을 보여주는 것이 사진 5이다.

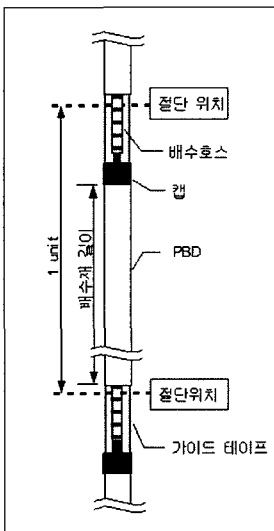


그림 4. 배수재의 구조



사진 1. cap drain



사진 2. roll상의 drain

캡드레인(Cap drain)를 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

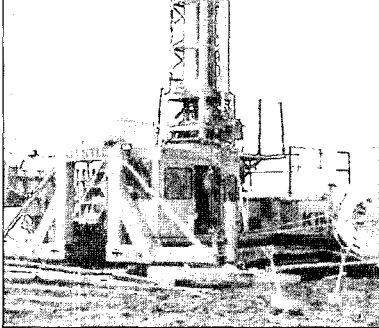


사진 3. 자주식 타설기

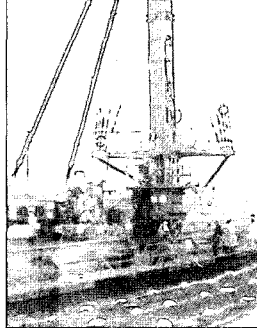


사진 4. 플러터식 타설장비

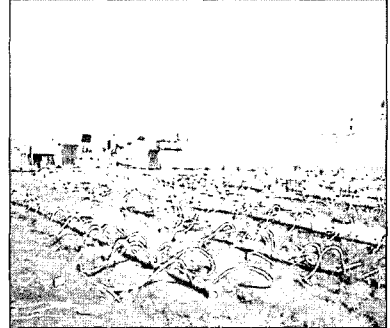


사진 5. 배관상황

⑤ 압밀개량

진공펌프를 지속적으로 운전시킴으로서 점토층에 부압을 작용시켜 압밀개량을 실시한다.

⑥ 사후조사

소정의 기간 동안 부압을 작용시킨 후에는 지반조사 등을 실시하여 개량효과를 확인한다.

2.3 특징

진공압밀공법은 통상, 전반적인 점토지반에 대하여 적용 가능하며, 캡드레인을 사용함으로써 기존의 진공압밀공법의 기밀시트가 필요하지 않다는 특징을 이용한다면, 표 1과 같은 조건에서도 시공이 용이

하게 된다. 이때 적용장소의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 지표면 부근에 투수성이 높고 두꺼운 모래층이 있는 경우, 배수호스를 길게 함으로서 적용이 가능하다.
 - ② 초연약 점토지반이나 해저지반의 경우에도 별도의 대책을 강구할 필요없이, 단순히 캡부분이 점토층 내에 1.0~2.0m의 깊이로 배수재를 타설함으로써 적용이 가능하다.
 - ③ 점토지반 내에 중간 모래층이 있을 경우, 이 모래층으로부터의 흡수를 방지하기 위해 배수재가 모래층을 통과하는 부분은 차수실링(seal)을 사용함으로써 적용이 가능하다.
- 상기사항 중 ①과 ②는 배수호스의 길이를 조정

표 1. Cap drain 공법의 적용

표층에 두터운 모래층이 있는 경우	수면하 지반(해저지반)	중간 모래층이 있는 경우

표 2. 최근의 시공 실적

목적	공사기간	장소	대상토질	개량면적 (m ²)	배수재 타설길이	타설간격 (m)	신공법표문선 (일)
減用化	2000.10 ~ 2001.03	Aichi	해성점토	625	22	1	60
부등침하대책	2002.01 ~ 2002.03	Aomori	Peat	600	4 ~ 10	1	30
부등침하대책	2002.05 ~ 2002.08	Hiroshima	해성점토	2,700	20	0.8, 1.0	60
강도증가	2003.03 ~ 2004.05	Yamaguchi	해성점토	11,700	27	1.2	130
침하대책	2003.09 ~ 2004.10	Chiba	점성토	6,670	16.8	1.1	180
침하대책	2004.11 ~ 2005.07	Chiba	점성토	2,290	17.8	1.1	180
강도증가	2004.11 ~ 2005.03	Hokkaido	점성토	5,080	18.5	0.9	77
강도증가	2005.06 ~ 2005.08	Yamagata	점성토	120	12.1	0.6	50
강도증가	2005.06 ~ 2005.10	Akita	점성토	8,200	8 ~ 16	1.0, 1.5	50 ~ 110
침하대책	2005.05 ~ 2006.02	Yamaguchi	점성토	12,900	5 ~ 8	1.2	140 ~ 250
강도증가	2005.08 ~ 2005.11	Akita	점성토	175	13 ~ 28	1.5	30
강도증가	2005.11 ~	Ibaraki	점성토	17,000	11 ~ 12	1	52
강도증가	2005.12 ~ 2006.03	Kochi	점성토	225	13.5	0.9	61

함으로서 적용이 가능하며, 본 공법이 지반의 특정 심도에 상황별로 부압을 작용시킬 수 있다는 점을 이용한 것이다. 또한, ③은 사전조사의 결과를 통하여, 캡드레인을 설치하는 심도를 사전에 파악하고 있음을 이용한 것이다.

3. 시공실적

캡드레인에 의한 진공압밀공법은 1988년에 최초로 현장실험이 실시 되었으며, 당시의 시공은 타설 시 계획심도에 도달하기 수m전에서 배수재 타설을 일시 중지하고, 배수재의 절단과 배수호스와 캡을 부착한 후, 배수재를 재타설하는 방법을 사용함으로써 시공효율이 낮고, 따라서 비교적 경제적이 못 하였다.

본 공법이 보다 폭넓게 사용되게 된 것은, 배수재를 공장에서 사전 제작하게 됨으로써, 일반 배수재의 타설 속도와 비슷하게 시공효율이 개선된 이후 부터이다.

캡드레인에 의한 진공압밀공법을 적용할 때의 목

적은 크게 두가지로 분류할 수 있다. 하나는 성토 재 하시의 지반의 안정성을 확보하기 위한 강도증가이며, 도로성토나 부지조성 등에 있어서 적용된다. 또 다른 하나의 목적은 침하의 촉진이나 부등침하의 저감으로서 교량기초, 건물 및 매립지 등에서의 적용이 해당된다. 최근 일본에서의 시공실적을 정리하면, 표 2와 같으며, 총 개량물량은 현재 100만m²이상으로, 매년 공사량이 증가하는 경향에 있다.

4. 적용사례

표 2에서 보는 바와 같이 현재까지 다수의 현장에 서 캡드레인 진공압밀공법이 적용되어 왔으며, 이에 대표적인 적용사례로서 준설매립지를 대상으로 한 캡드레인 진공압밀공법의 시험시공사례와 실제 적용사례를 각각 소개하고자 한다.

4.1 시험시공사례^{5), 6)}

1) 공사개요

캡드레인(Cap drain)를 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

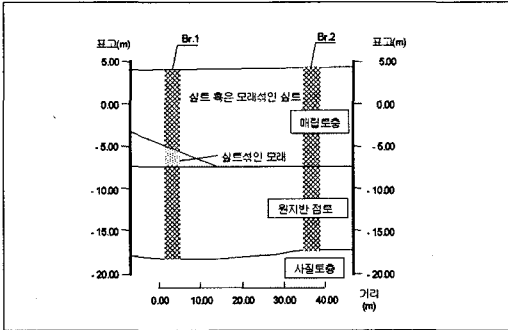


그림 6. 토질, 토층구성

본 시험시공은 캡드레인공법을 초연약 준설패립 지 등에 적용했을 때의 지반개량 효과를 확인할 목적으로 실시되었으며 시험장소는 해상의 매립지로서 25m×25m의 정방형의 영역을 대상으로 시험시공을 실시하였다.

이 구획에 해당하는 토층 단면은 그림 6에 나타낸 바와 같다. 대상 지반은 약 10m의 원지반 점성토 위에 약 10m의 준설패립토가 매립된 곳으로, 실험대상지는 과거에 모래가 임시 방치되었던 이력이 있어 원지반 점토층은 약 30kN/m²의 과압밀상태였다. 또한 지표면은 자연건조의 영향으로 사람의 보행이 가능한 상태였다.

지반개량은 원지반 점토층과 매립 점토층을 대상으로 20m길이의 캡드레인을 1m 간격의 정방형배

치로 625공(25열×25열)을 타설하였으며 개량심도는 GL-2m ~ -20m 이고 매립 점토층 상부 2m를 부압실링층으로 사용하였다.

또한, 시험면적의 약 1/3정도에 해당하는 부분은 원지반 점토층 상부에 실트가 혼재된 모래층이 발견되어 이 부분에 대해서는 차수실링을 도포한 배수재를 타설하여 주위로부터 흡수를 방지하였다. 배수재타설이 완료된 후 부압을 작용시킨 기간은 약 60일간이다.

4.2 실험결과

그림 7은 진공펌프 근방의 부압과 누계양수량을 나타낸 것이다. 부압이 작용된 직후에는 배수호스와 지반과의 틈을 통해 공기를 일부 흡입하였기 때문에 부압이 40kN/m² 정도로 낮았으나 지표면까지 수위를 확보하게 되면서, 부압은 서서히 증가되었고, 부압 작용 10일째에 60kN/m² 이상의 부압이 확보되었다.

그림 8은 개량구간 중앙부에서 배수재간의 중간 위치에 설치된 간극수압계의 측정결과로서, 간극수압은 심도 GL-10m와 GL-20m의 두 위치 모두에서 부압 개시 후부터 서서히 저하되어, 60일 시점에서 간극수압 감소량은 거의 50kN/m²가 되었다.

침하량 측정결과를 그림 9에, 개량구간의 침하형

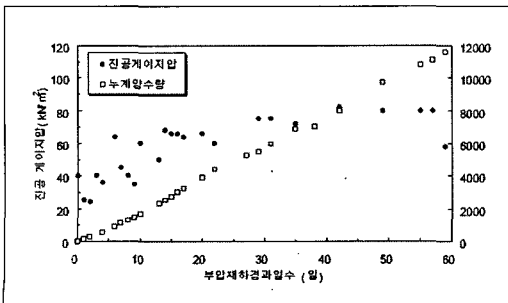


그림 7. 작용부압과 누계양수량

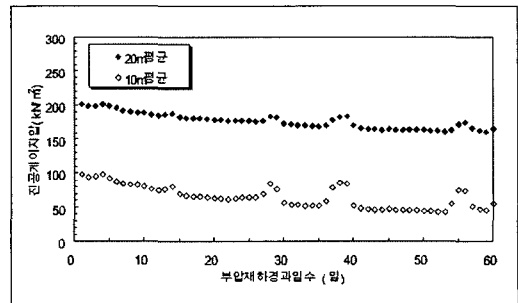


그림 8. 시간경과에 따른 간극수압의 변화

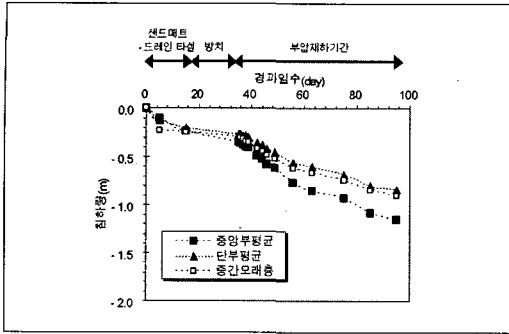


그림 9. 침하곡선

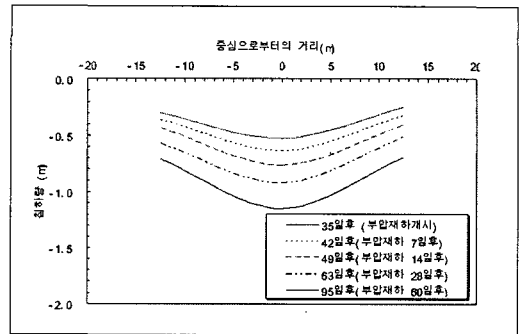


그림 10. 침하거동의 형상

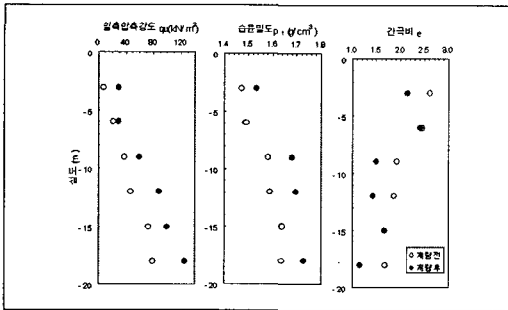


그림 11. 압밀개량 효과 (개량전후 비교)

상을 그림 10에 나타내었다. 침하는 개량구간 중앙부가 가장 크고 단부의 경우에는 약간 작은 결과를 보여주는데, 이는 본 시험이 25m×25m의 소규모 부분개량이기 때문에 주변의 미개량 점토층의 영향에 따른 것으로 사료된다. 개량구간 중앙부의 평균 침하량은 1.14m, 단부 평균은 0.85m로서, 쌍곡선법에 의해 최종침하량을 추정하여, 중앙부에 대한 60일 시점에서의 압밀도를 구한 결과 약80%정도인 것으로 평가되었다.

그림 11은 개량영역의 중앙부에 있어서 일축압축강도, 수분밀도, 간극비 변화 등을 나타낸 것이다. 일축압축강도는 평균 30kN/m² 정도 증가하였고, 작용부압 $p = 50\text{kN/m}^2$ 에 상당하는 강도증가점착력 증가량 $\Delta c_u = p(\text{작용부압}) \times c_u/p(\text{증가계수})$, 여기서 $c_u/p =$

0.25~0.35)가 이루어진 것으로 생각할 수 있다.

이상과 같이 캡드레이를 이용한 진공압밀공법의 시험시공결과로부터, 전체적인 평가로는 거의 이론 대로의 지반개량효과가 얻어진 것으로 판단되었다.

4.3 초연약 미압밀 점토지반의 개량공사 사례

1) 개요

본 적용사례는 준설점토의 매립 후 수년이 경과된 초연약한 미압밀지반(표층의 평균강도 : $c_u = 1.4\text{kN/m}^2$)상에 임해도로를 건설하는 공사로서 이때의 지반개량결과를 다음과 같이 소개한다.^{7,8)}

그림 12는 토층단면을 나타낸 것으로 지반 조건은 약 11m의 원지반 점토층위에 매우 연약한 준설점토가 약 17m두께로 매립된 상태이다. 그림 13에 시공 평면을 나타내었다

지반개량구간은 폭(44m)×길이(250m)의 대상형 모양으로, 개량심도는 27m정도이다. 배수재의 타설간격은 1.2m의 정방형 배치로서 배수재의 총 연장길이는 약 217,000 m, 부압기간은 133일이었다.

지반개량은 원지반 점토층과 매립 점토층을 대상으로 하였으며 배수재는 하부 모래자갈층위 1.0m까

캡드레인(Cap drain)을 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

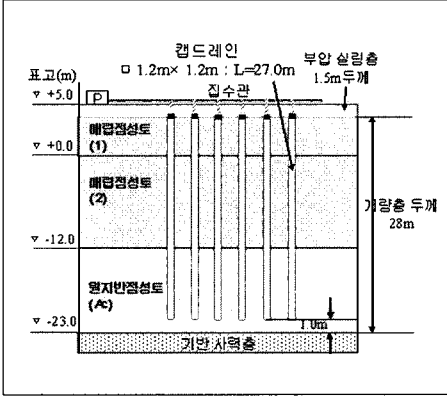


그림 12. 토층단면

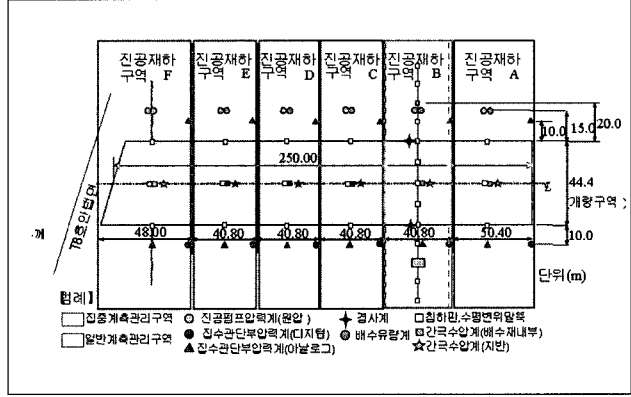


그림 13. 시공평면

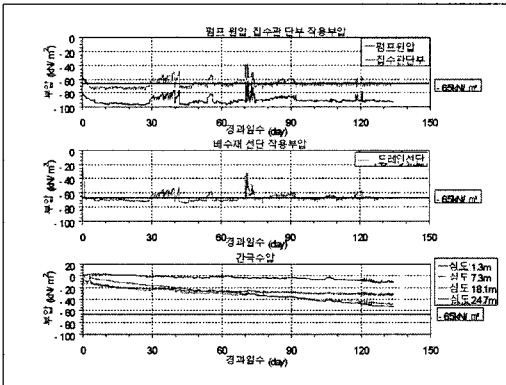


그림 14. 작용부압과 간극수압의 시간적 변화

지를 하단으로 하여 타설하였다. 표층으로부터 1.5m의 매립 점토층을 부압실링층으로 하고, 배수재타설은 사람의 보행이 곤란한 초연약지반 상태로 서 Float type의 drain타설기에 의해 실시되었다.

2) 개량 효과

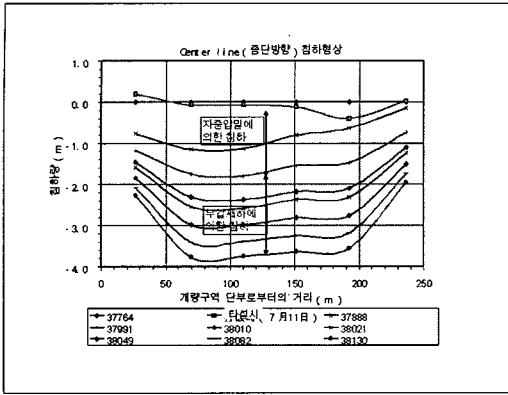
공사를 수행함에 있어 집중계측관리구간을 설정하여 지반의 압밀거동을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

① 작용부압과 간극수압

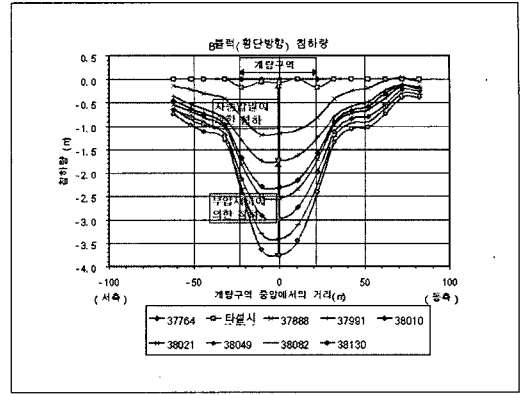
그림 14는 진공펌프의 원압, 집수관 단부에서의 부압, 배수재 선단에서의 부압 및 간극수압의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 진공펌프의 원압은 $-80 \sim -95 \text{ kN/m}^2$ 이고, 집수관 단부 및 배수재 선단에서는 -65 kN/m^2 정도가 유지되었다. 이 부압 차이의 대부분은 진공펌프와 수면과의 수두 차이에 의한 것이며 점토지반내의 간극수압은 시간의 경과와 함께 서서히 저감되어 감을 알 수 있다.

② 침하거동의 특성

지표면에서의 침하거동 양상을 나타낸 것이 그림 15이다. 그림에서 개량구간에 대한 종단방향을 살펴 보면, 부압작용 133일 후(배수재타설 후 247~312일) 개량구간 중앙부에서의 침하량은, SCP (Sand Compaction Pile)로 지반개량이 실시된 인근 호안 부근을 제외하면, 약 3.6~3.8m이고, 거의 균일한 지반개량이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또, 횡단방향에서 보면, 전체적으로 그릇모양의 침하 형상이 되어, 개량구간 단부로 부터 40m 떨어진 지점에서도 약 0.7 m의 침하가 발생되었다. 이 그릇모양의 침하는 부분개량에 의한 영향으로 주변부의 침하는 그림 16



(a) 종단방향



(b) 횡단방향

그림 15. 침하거동의 형상

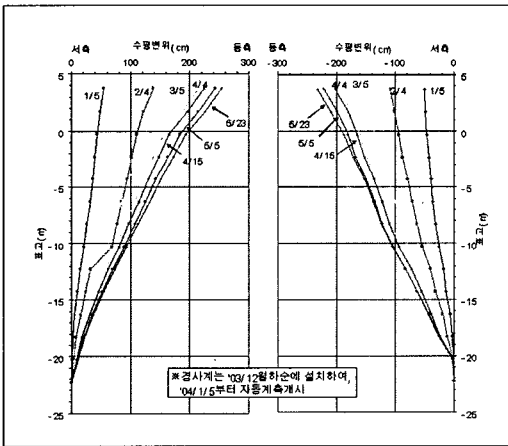


그림 16. 개량구간 단부의 축방변위

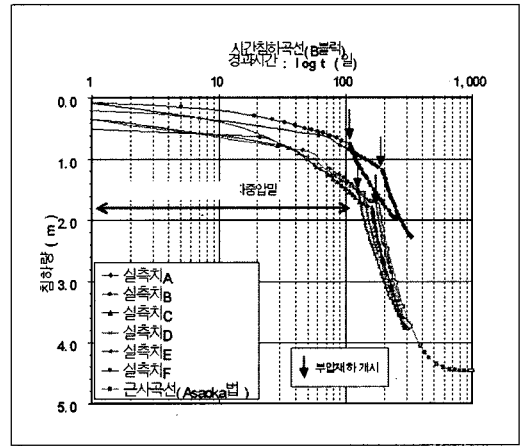


그림 17. 침하곡선

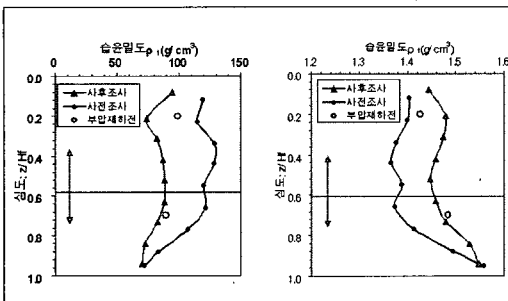


그림 18. 토질시험결과 (물리특성)

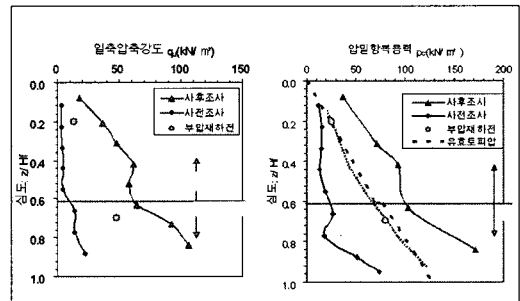


그림 19. 토질시험결과 (강도특성)

캡드레인(Cap drain)를 이용한 진공압밀공법의 현장적용 사례

표 3. 개량효과의 비교

토층구분	매립점성토층		원지반점성토층	
	개량전	개량후	개량전	개량후
w (%)	115~129 (122)	74~95 (85)	72~122 (96)	71~88 (85)
c_u (kN/m ²)	1.5~2.3 (1.8)	8.9~29 (22)	6.9~11 (8.4)	32~53 (43)
OCR	0.3~0.9 (0.5)	1.5~2.0 (1.9)	0.2~0.5 (0.38)	1.5~1.8 (1.7)

*()는 평균치

에 나타내는 측방 변위의 영향이라고 생각할 수 있다. 또한, 침하량에 대해서는, 대상 지반이 지반개량 시점에서는 미압밀상태였기 때문에, 배수재 타설에서부터 부압작용까지의 기간동안, 자중압밀의 촉진으로 인해 최대 1.8m의 침하가 발생하였다. 그림 17은 집중관리 구간의 침하곡선을 나타낸 것이다. 개량 후(부압작용 133일 후) 침하에 대한 평균 압밀도를 Asaoka법⁹⁾을 이용하여 추정하면 84.5%로 산정되었다.

③ 함수비와 일축압축강도

그림 18은 함수비와 습윤밀도의 개량 전후의 결과를 비교한 것이다. 개량전의 함수비는 평균 111%였으나 개량 후 약 82%까지 저하되었으며 습윤밀도는 1.42 g/cm³로부터 1.48 g/cm³로 증가되었다.

그림 19는 강도시험의 결과를 나타낸 것으로, 개량전은 미압밀 상태였기 때문에 점착력 $c_u (=q_u/2)$ 이 작게 측정되었으나, 개량 후에는 표 3에 나타난 것처럼 매립 점토층에서 평균 22 kN/m², 원지반 점토층에서 평균 43 kN/m²의 증가가 확인되었다. 또한, 과압밀비 OCR의 경우, 개량 전은 0.2~0.9의 미압밀 상태였지만 개량 후에는 1.5~1.8의 과압밀 상태로 평가되었다.

3) 시공결과의 정리

이상과 같이, 준설점토를 매립한 매우 연약한 미

압밀상태의 지반에 대해 캡드레인을 이용한 진공압밀공법을 적용한 결과, 충분한 개량 효과를 얻을 수 있었으며, 이후, 해당구간의 지반은 1차 성토, 2차 부압을 통한 개량과 2차 성토를 실시하여 도로성토를 최종 완성하였다.

5. 결론 및 요약

본 고에서는 준설점토로 매립된 연약지반의 개량 방법에 있어서 캡드레인에 의한 진공압밀공법의 적용 사례를 중심으로 설명하였다. 본 고에서 소개한 현장의 사례에서는 캡드레인을 이용함으로써 충분한 지반개량 효과를 얻을 수 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 최근 기존에는 까다롭고 불가능했던 조건의 공사에서도 적용가능함이 알려짐으로서 그 적용 사례가 증가하고 있다.

진공압밀공법을 현장에 적용하는 경우에는 배수재의 비용과 부압 유지 비용과의 관계를 설계 중에 충분히 검토하여야 한다. 즉, 배수재 간격을 조밀하게 하면 재료가 비싸지는 반면에 부압 유지기간이 감소함으로 부압과 관련된 비용은 적어진다. 양자의 합이 지반개량의 총비용이 되므로 배수재 간격의 변화를 통한 지반개량 총 비용의 비교분석을 통해 배수재 간격을 결정하는 것이 필요하다.

한편, 진공압밀공법에 대해서는 부분 개량지반에

서의 압밀개량효과, 성토와의 병행효과 등에 관한 불확실한 사항 등으로 인해 앞으로도 해명해야 할 문제들이 많이 남아있다. 하지만, 이러한 불확실한 문제들은 현장시공 데이터를 통해 해결될 수 있는 사항이라고 생각할 수 있으므로 금후의 지속적인 데이터의 축적이 필수적이며, 현재에도 이를 위한 노력이 계속되고 있다.

참고문헌

1. Kjellman, K. : Consolidation of clay soil by means of atmospheric pressure, Proc. Conf. on Soil Stabilization, M. I. T., Cambridge, pp.258-263, 1952.
2. 페어파드레인공법과 대기압공법, 理工叢書, 第6章, pp.197-215, 1968.
3. 米谷宏史, 椎名貴彦, 新舎博, 木村道弘 : 真空圧密工法における粘性土層の機密保持効果, 第37回地盤工学研究発表概要集, pp.1061-1062, 2002.
4. 高野泰, 新舎博, 渡義治, 佐藤秀輝 : キャップ付き鉛直ドレーンによる真空圧密工法実験, 第23回土質工学研究発表概要集, pp.2133-2134, 1988.
5. 藤井敦, 田中洋行, 鶴谷広一, 新舎博 : キャップ付鉛直ドレーンを用いた真空圧密工法の浚渫土減容化実験, 粘土地盤における最新の研究と実際に関するシンポジウム, pp.269-274, 2001.
6. 藤井敦, 嶋田康宏, 椎名貴彦, 新舎博 : 真空圧密工法による部分改良地盤の沈下予測, 第58回土木学会年次学術講演概要集, III-598, pp.1195-1196, 2003.
7. 中岡淳二, 米谷宏史, 仁井克明, 本永博明 : 浚渫粘性土を埋め立てた未圧密地盤への真空圧密工法の適用(その1), 第40回地盤工学研究発表概要集, pp.1053-1054, 2005.
8. 中岡淳二, 藤木泰宏, 米谷宏史, 新舎博 : 浚渫粘性土を埋め立てた未圧密地盤への真空圧密工法の適用(その2), 第40回地盤工学研究発表概要集, pp.1055-1056, 2005.
9. Asaoka, A. : Observational procedure of settlement prediction, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.18, No.4, 1978.



新舎博
SHINSHA Hiroshi

경력
 1974. 03 토쿠시마대학 공학부 토목공학과 졸업
 1974. 04 (주) 五洋건설 입사
 1980. 04 히로시마대학 공학부 문부교관 조수(토질)
 1981.11 (주) 五洋건설 기술연구소

현재
 (주) 五洋건설 기술연구소 부소장

최근의 연구·개발분야
 준설토의 고화처리공법
 점토지반의 FEM 변형 해석