

# 어스오거와 유압장치를 이용한 저진동·저소음 다짐말뚝 시공법(LVNCP공법) (건설선기술 제510호)

## 1. 개요

연약한 지층에 말뚝을 시공하여 지반을 개량하는 공법은 지지력증가, 측방변위 억제, 침하축진 및 침하량 감소 내진등의 목적으로 널리 사용되고 있다. 그러나 기존의 모래나 쇠석다짐말뚝 시공법은 시공시 진동및 소음이 매우 크게 발생하여 민원을 야기하고 진동으로 인한 인접구조물에 피해를 주기 때문에 제한적으로 적용될 수밖에 없으며, DCM, JSP, RJP등 현장타설 말뚝은 진동이나 소음면에서는 유리한 반면 시멘트를 주재료로 사용하는데 따라 시공중 발생하는 슬라임 등의 건설폐기물로 인한 환경문제를 발생시키며 시공 비용도 고가이기 때문에 그 활용도가 낮은 실정이다.

최근의 공사현장에서는 진동과 소음으로 인한 환경관련 민원이 급증하고 관련법규도 강화되어 1994년 건설공사에 대한 진동 및 소음규제법이 공포된 이후부터 도심지뿐만 아니라 교외의 건설현장에서 도 진동과 소음으로 인한 민원으로 공사가 중단되는 사례가 빈발하고 있어 공정지연 및 공사비 증가의 커다란 원인이 되고 있다. 따라서 진동과 소음을 억제하고 다양한 재료를 활용할 수 있는 친환경적인 다짐말뚝 시공법의 개발이 필요하게 되어 저진동 저소음을 실현한 새로운 공법이 개발 되었다.

진동다짐말뚝 공법은 케이싱파이프의 지중관입 및 재료의 다짐작업이 바이브로 햄머의 진동력에만 의존하기 때문에 이때의 진동이 시공현장에서 멀리 떨어진 곳(100~200M)까지 진동이 감지되기도 하며 진동력을 얻기 위한 바이브로 햄머의 편심축 회전시에 발생하는 소음과 고압의 에어 사용에 따른 소음 또한 환경기준값을 훨씬 상회하게 된다.

금번에 개발된 저진동·저소음 다짐말뚝 시공장

진동다짐말뚝		현장타설말뚝	
장 점	단 점	장 점	단 점
- 복합지반에 의한 지반 안정	- 진동 및 소음이 크다	- 진동 및 소음이 작다	- 슬라임 발생 등 환경문제를 야기 시킨다
- 압밀시간 및 압밀침하량 저감	- 시공관리가 어렵다		- 시공비용이 고가이다
- 사용재료가 친환경적이다			- 시공관리가 어렵다

저진동·저소음 다짐말뚝 공법	- 진동 및 소음을 최소화 할 수 있는 공법
	- 사용재료가 수급이 용이하고 친환경적인 공법
	- 시공관리 및 품질관리의 정량화가 가능한 공법

비는 진동다짐말뚝 시공법의 가장 큰 단점인 진동을 획기적으로 줄여 시공하는 방법으로, 바이브로 햐머에 의해 케이싱파이프를 강제로 지중에 압입시키는 대신 어스오거에 의해 스크류가 취부된 외관케이싱파이프를 지중에 회전 관입시키고 모래나 쇄석등의 다짐작업은 유압실린더에 장착된 내관케이싱파이프의 상하 왕복작용으로 소요의 다짐도와 직경을 가지는 말뚝을 조성시키는 새로운 공법이다(Low Vibration and Low Noise Compaction Pile).

## 2. 공법의 내용

### 1) 개요

본 신기술은 오거모터의 회전력과 자중으로 삼각슈가 달린 케이싱 파이프를 지중에 관입시키고 관입된 케이싱 파이프를 들어 올리면 삼각게이트가 열리면서 재료가 배출되고 배출된 재료를 내관 케이싱을 들어 올리는 유압장치에 의해 내관 케이싱이 0~1.2M 소정의 필요 높이만큼 들어 올려 배출된 재료를 자유 낙하에 의해 다짐으로서 다짐말뚝을 조성하는 방법이다. 이때 시공관리 및 품질관리는 각종 센서와 연산장치에 의해 기록되고 모니터에 출력되는 자동기록장치에 의해 작업자가 실시간 모니터링을 하면서 시공이 이루어지기 때문에 정량적 시공 및 품질관리가 이루어진다.

### 2) 시공장비

#### (1) 시공장비 개략도

시공장비 개략도는 그림 1과 같다.

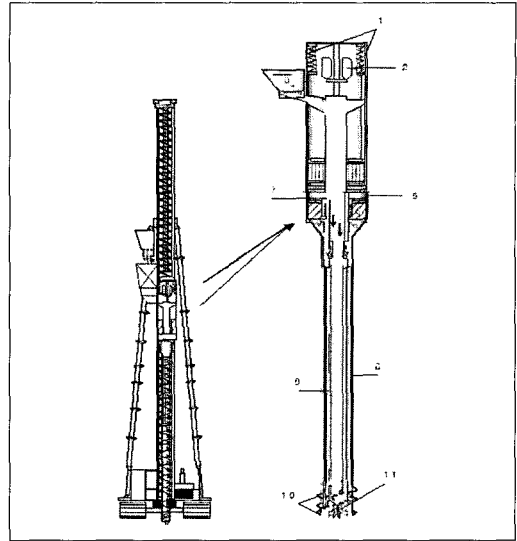


그림 1. 시공장비 개략도

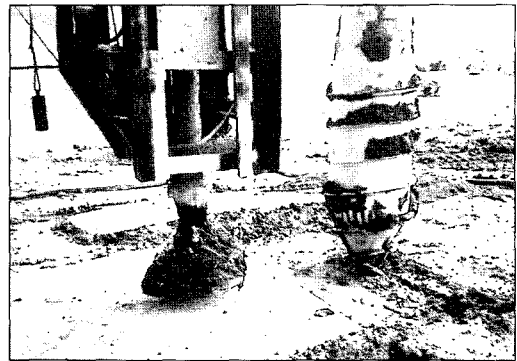


사진 1. 스크류가 부착된 케이싱 파이프

#### (2) 관입 및 인발

어스오거와 스크류가 부착된 케이싱파이프에 의해 정, 역방향 회전시 장비의 중량에 의해 관입된다.

#### (3) 다짐장치

내관케이싱 상단에 유압으로 작동하는 실린더를 부착하여 내관케이싱을 위로 들어 올릴 때는 유압장치에서 보내 온 유압으로 실린더를 밀어 내고 내관

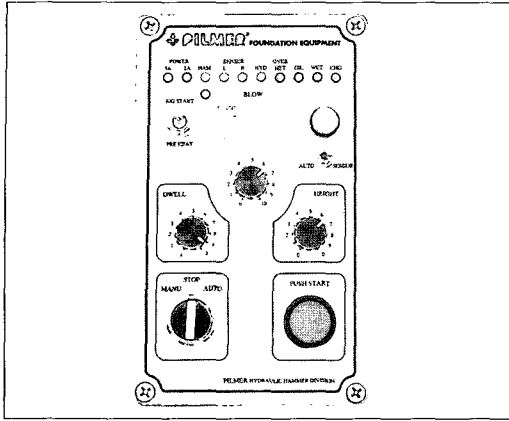


사진 2. 자유낙하 에너지 조절장치

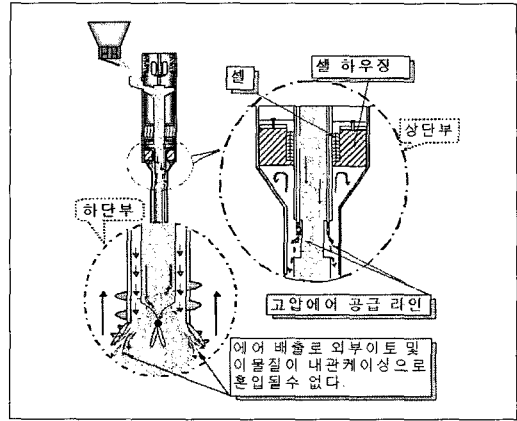


그림 2. 케이싱내 이토혼입방지 장치

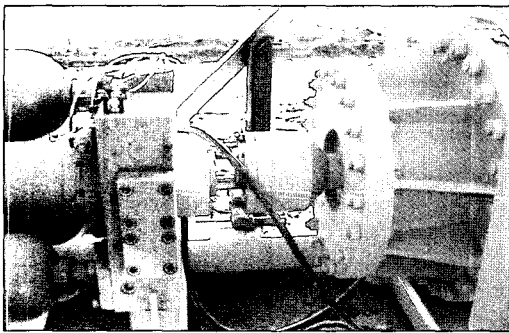


사진 3. 자유낙하 조절 실린더

케이싱이 아래로 낙하시킬 때는 유압실린더내의 유압을 순식간에 제거하여 내관케이싱 자중으로 하강하도록 되어 있다. 이때, 내관케이싱파이프 하단에 부착된 다짐판이 배출된 재료를 다짐하도록 되어 있다.

#### (4) 케이싱내 이토혼입방지 장치

다짐과 인발 작업시 내관케이싱 파이프와 외관 케이싱파이프 사이로 원반토나 모래, 골재등 다짐재료가 끼어서 내관케이싱의 자유 낙하운동이 방해되는 것을 방지 하도록 본 공법을 위하여 특별히 고안된 에어 역류 방지장치를 갖는 시스템이 어스오거와 케이싱파이프 사이에 장착되어 있다.

#### (5) 관입한계 자동측정장치

케이싱 파이프를 관입시킬 때 에너지원으로 사용되는 전기모터의 전류값과 케이싱 파이프의 관입속도를 측정하여 이들 측정값으로 N값을 추정하고, 이 N값을 연산장치(Data Acquisition System : DAS) 내에 입력하여, 케이싱 파이프 선단이 지지층에 도달하면 관입종료를 알리는 표시 모니터와 자동기록 지상에 나타나게 되어 소요의 관입심도까지 정밀하게 관입시킬 수 있다.

### 3. 진동 및 소음

본 공법의 진동과 소음도를 비교분석하기 위하여 진동다짐말뚝 시공현장의 진동·소음값을 측정하였으며 측정결과 재래식 진동다짐공법보다 10dB(A) 내외로 낮게 측정되었다.

#### 1) 진동

진동은 표 1과 같다.

어스오거와 유압장치를 이용한 저진동·저소음 다짐말뚝 시공법(LVNCP공법)

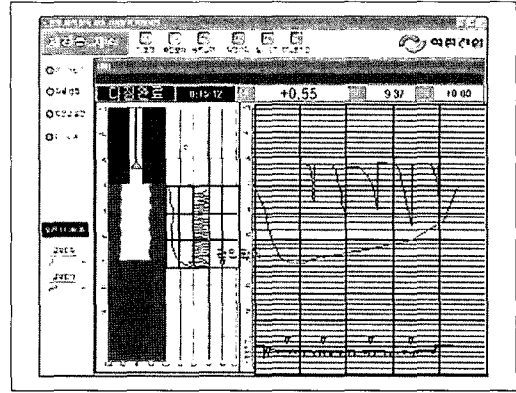
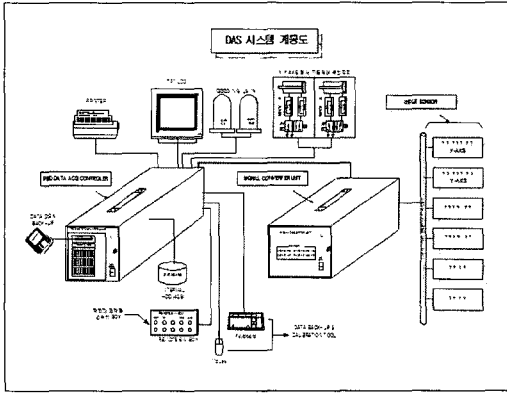


그림 3. 관입한계 자동측정장치

표 1. 진동

구 분	20M	40M	60M	80M
저진동·저소음 말뚝공법	58.3	51.4	49.3	48.4
진동다짐말뚝공법	69.2	67.8	65.6	55.2
저감효과	10.9	16.4	16.3	6.8

표 2. 소음

구 분	20M	40M	60M	80M
구 분	20M	40M	60M	80M
저진동·저소음 말뚝공법	72.4	67.4	64.5	60.6
진동다짐말뚝공법	82.9	78.4	74.8	71.1
저감효과	10.5	11.0	10.3	10.5

2) 소음

소음은 표 2와 같다.

4. 시공방법

- ① Earth Auger의 회전에 의해 소요심도까지 케이싱 내관과 외관을 관입한다.
- ② 관입이 완료되면 모래 또는 쇄석을 이동식 호퍼를 상승시켜 케이싱 내관에 투입한다.

- ③ 케이싱 내관에 일정한 Air압을 가한 후 외부 Casing을 역회전시켜 인발하면서 유압실린더를 작동하여 내관케이싱 상승과 하강을 반복하여 하단으로 모래 또는 쇄석을 배출하면서 배출된 모래 및 쇄석을 다진다. 이때, 내·외관 케이싱 사이에 소정의 에어를 공급하여(통상  $2\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 4\text{kg}/\text{cm}^2$ 내외)이토혼입에 의한 내관 케이싱의 원활한 상·하운동이 억제되지 않도록 해야한다.
- ④ 자동 모래 또는 쇄석 Level 측정장치에 케이싱 내의 모래 또는 쇄석 잔량이 일정치 이하로 내

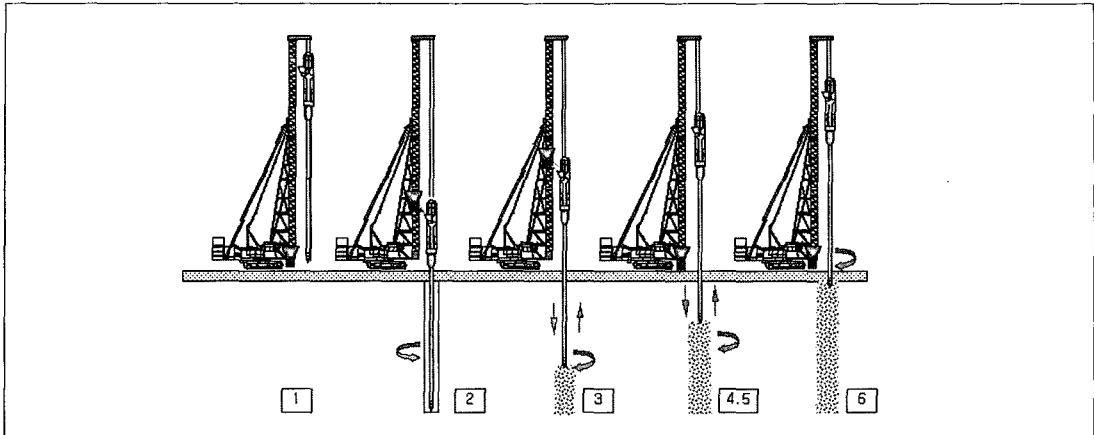


그림 4.

려가면 인발과 다짐을 중단하고 Air 압을 배출  
한 후 모래 또는 쇄석을 Casing내에 채운다

- ⑤ 상기 ③~④항을 반복한다.
- ⑥ Casing 선단이 지표면에 올라오면 작업을 종료  
하고 다음지점으로 이동한다.

있어 구조물 인접지역의 지반개량에 활용할 수  
있다.

- 3) 사용 골재의 종류에 제한없이 쇄석골재, 재생  
골재, 슬래그, 모래 등 다양한 재료를 사용하여  
지반개량이 가능하므로 경제적인 공사를 수행  
할수 있다.
- 4) 고품질이 요구되는 공사에 적용 자동기록장치  
에 의한 품질관리가 이루어짐으로 고품질이 요  
구되는 지역의 지반개량공사에 활용 할 수 있다.
- 5) 관입한계 자동측정장치에 의한 원지반 강도  
(N-치)가 자동측정되기 때문에 말뚝길이의 과  
다 또는 과소 시공을 방지할 수 있다.

## 5. 국내 · 외 건설공사 활용전망

- 1) 소음 · 진동으로 인한 민원발생 가능지역 지반  
개량 주거지역, 자연환경보전지역 등의 소음 ·  
진동이 엄격히 규제된 지역에서 친환경적으로  
지반개량공사에 활용 할 수 있다.
- 2) 구조물 인접지역 지반개량 배토식 다짐모래말  
뚝으로 인접구조물 주변의 융기현상을 줄일 수

■ 기술개발자  
석정건설주식회사 ☎ 02-3471-9995

본 신기술의 내용은 학회의 의견과 무관합니다.