

# 현장타설말뚝의 두부(頭部)정리용 항두처리재

신규연 / 쌍용양회 건설재개발팀장

**최** 근 건설현장에서는 토목구조물이나 건축 구조물이 대형화되어 큰 지지력을 가지는 말뚝이 필요하게 되고 말뚝지름, 말뚝길이 등이 점점 크고 길어져 가고 있다.

기재말뚝을 사용하는 공법의 경우 말뚝의 제작, 운반에 많은 제약이 있고 말뚝박기에도 많은 제약이 있다.

또한 진동, 소음, 분진에 의한 공해도 사회적으로 중대한 문제가 되고 있어 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 현장타설말뚝(이하 현타말뚝) 공법의 적용이 점차로 증가하고 있는 추세이다.

그러나 현타말뚝공법은 파일의 구축시 항두 부분의 콘크리트중에 토사 등의 이물질이 혼입되어 이 부분의 콘크리트가 취약하게 된다. 이 문제를 해결하기 위하여 필요 이상의 콘크리트를 타설하고 경화 후 취약부분의 콘크리트를 제거하는 공정이 반드시 시행되어야 한다.

기존에 시행되고 있는 방법은 Breaker,

Hand Drill, Cutter 등을 이용하여 물리적 파쇄를 시행하고 있으나 이 방법은 여러가지 문제점을 내포하고 있어 구조물의 안전성을 위협하고 있다.

본글에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 현재 쌍용양회가 국내 공급중인 항두처리재(상품명 구이카타, 재료원 일본 秩父小野田社)에 관하여 그 특성과 공법을 소개하고자 한다.

## 제품 개요

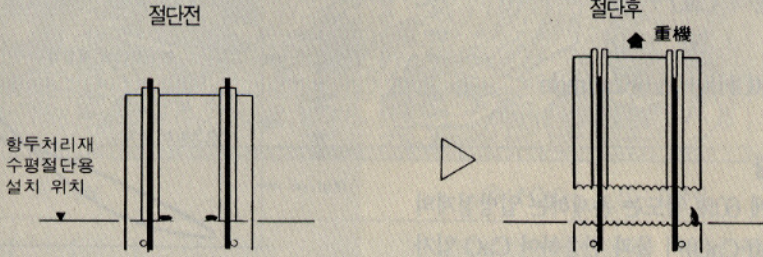
항두처리재는 일종의 비폭성 정적파쇄제로서 지반 굴착후 콘크리트를 타설하기 전 철근망에 부착하여 콘크리트 타설후 양생되는 과정에서 말뚝길이의 수직방향으로 크랙을 유도한 뒤 크레인으로 인상하여 말뚝의 두부를 제거하는 방법이다.

## 항두처리재의 종류

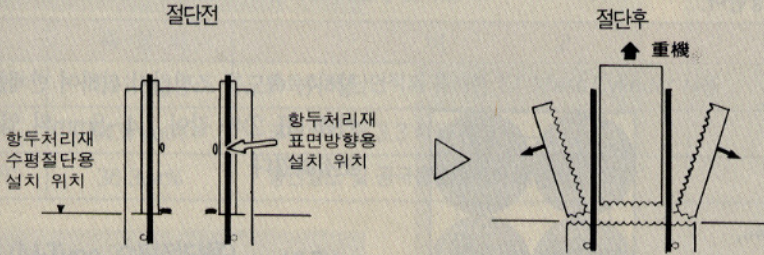
파쇄방법	사용 항두처리재	설 치 위 치	비 고
대할법(大槓法)	Type N(수평절단용)	계획절단선 10~15cm 상부	-
소할법(小槓法)	Type N(수평절단용) + Type K(표면방향용)	계획절단선 10~15cm 상부 계획절단선과 항두의 상단과의 중앙	파일직경이 큰 경우 적합



## 대합법(大畵法)



## 소합법(小畵法)



## 항두처리재의 크기

장경(長徑) 55mm × 단경(短徑) 30mm × 길이 550mm

## 기존 공법대비 장단점

구분	기존 공법	항두처리재
파쇄방법	- 상부 50cm : Back Hoe Breaker - 하부 50cm : Hand Drill	- 상부 80~90cm : 항두처리재 - 하부 10~20cm : Hand Drill
장·단점	- 주철근의 손상 - 말뚝의 물리적 손상 (Over Cutting) - Hand Drill로만 작업시 공기지연 - 공해발생(소음, 진동, 분진)	- 주철근 보호 - 말뚝의 손상 방지 - 공기단축 - 환경보호

## 파쇄메카니즘

### 부피팽창 원리

#### 1) 화학조성

단위(%)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	lg-Loss	sum	f-CaO
7.32	1.86	1.17	82.86	0.80	0.49	1.16	3.9	0.5	99.97	57.9

구성 화학성분중 CaO가 82.86%로 대부분을 차지하고 있고 이중 Solid Solution(고용체)로 존재하지 않고 독립적으로 존재하는 Free-lime이 57.9%이다. 이 Free-lime이 물과 반응하여 부피팽창을 일으킨다.



## 2) CaO의 반응

화학반응식  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

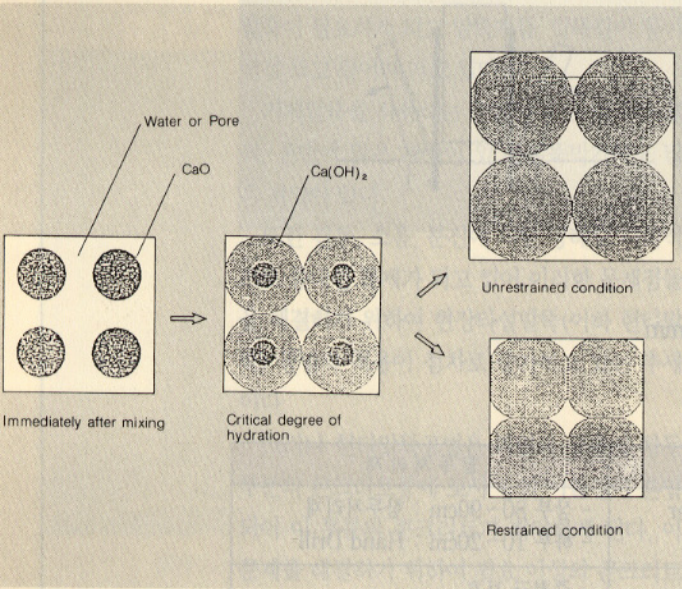
분자량 56 + 18

→  $\text{CaO}(\text{OH})_2 + 15.6\text{Kcal/mole}$

→ 74

## 3) 부피팽창

원료중에 60% 정도는 존재하는 입방정계의 Free-lime(f-CaO)이 물과 반응하여 CaO 입자 주위에 육방정계판상으로 결정이 성장하면서 부피가 팽창한다.



### 팽창압 발현 곡선

항두처리재는 콘크리트중의 물과 반응을 시작하여 3~4일까지는 콘크리트 압축강도 보다 낮은 팽창압을 나타내지만 4일이 지나면서 급격한 팽창압을 나타내어 크랙을 발생시킨다.

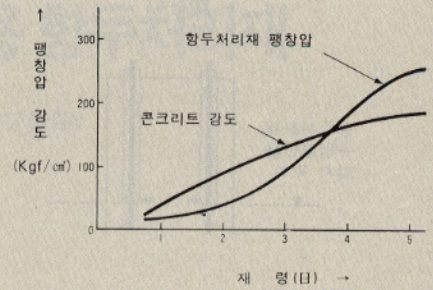
(표 1 참조)

### 팽창압 발현 속도 조절

#### 1) 입도분포

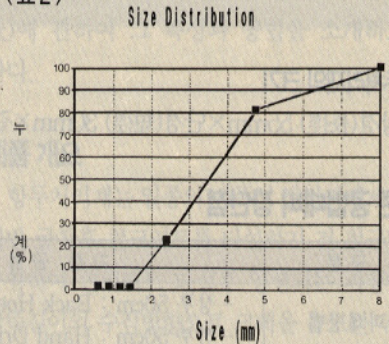
항두처리재의 원료가 물과 반응하여 부피팽

(표 1)



창하는 속도를 조정하기 위하여 반제품인 크링커를 (표 2)와 같이 1.4~8mm의 입도분포로 조절하였다.

(표 2)



#### 2) CaO Grain 표면의 피복

이래 SEM(Scanning Electron Microscope, 주사전자현미경)사진에서 확인할 수 있듯이 CaO 입자 주변이 간극질로 피복되어 있어 수화를 지연시키는 역할을 한다.

이것은 석고첨가로 인한 Liquid Phase Sintering(액상소결)에 의한 결정성장이며 CaO입자 표면에 물결무늬의 결정성장이 없는 것으로 확인할 수 있다.



## 크링카 조직분석



Ⓐ : alite

Ⓒ : fCaO

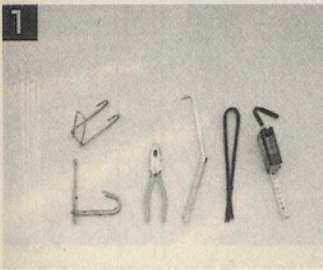
① : 간극질

## 최밀충전

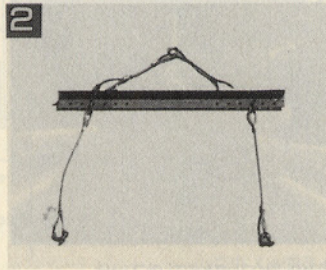
팽창압 발현을 최대로 하기 위하여 입자를 최밀충전하였다.

구 분	측 정 치	비 고
충진밀도	1501.5 g/l	카트리지 단면적과 유사한 1 l Mass Cylinder 사용
공극율	54.5 vol%	크링커 비중 3.3 적용 계산치
충진W/C	36.3wt%	충진밀도 및 공극율로부터의 계산치

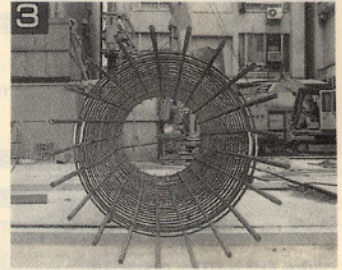
## 시공방법 (N-Type, 수평절단용)



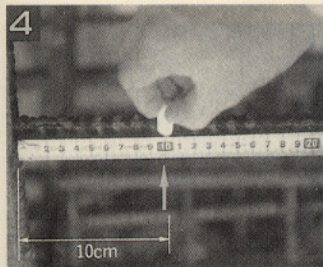
1 항두처리재 설치시 필요한 공구 :  
설치 밴드, 받침철구, 벤치, 헤커, 결속선,  
줄자.



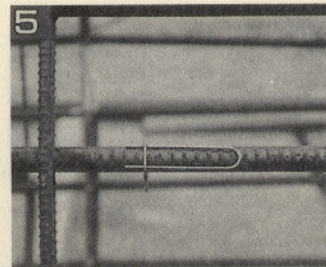
2 전용인상기구 : 항두처리재를  
설치한 철근망을 인상시에 필요한  
인상기구



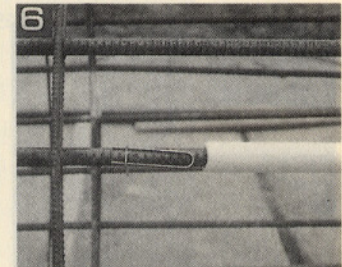
3 인상기구가 걸리는 위치를 확인하고 항두처리재 설  
치패턴을 결정한다. 인상기구가 걸리는  
위치에는 항두처리재를 설치하지 않는다.



4 받침철구를 계획절단선의 10~15cm  
위의 주근에 세팅한다. 단, 이단계에는 받침  
철구를 결속선으로 주근에 고정하지 않는다.

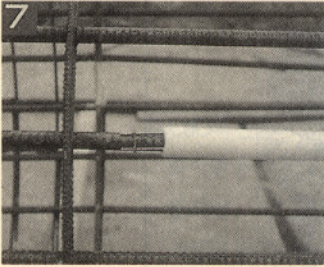


5 설치완료상황

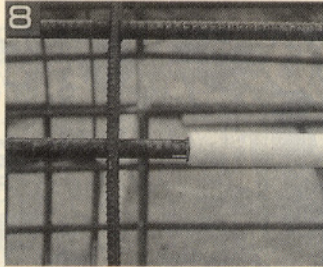


6 절연재(직경 : 철근경+3m/m~6m/m)를  
주근에 설치한다. 절연재의 두께는 지정된  
것을 사용한다.

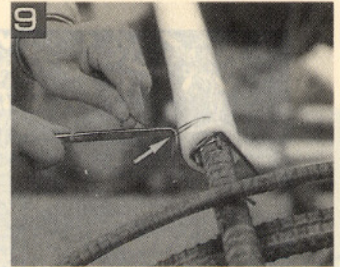




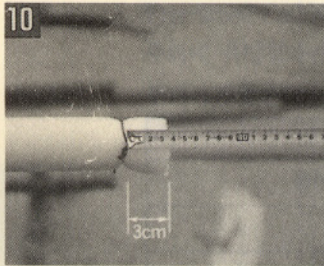
7  
하단부는 항두처리재 받침철구의  
윗부분에서부터 절연재를 삽입한다.



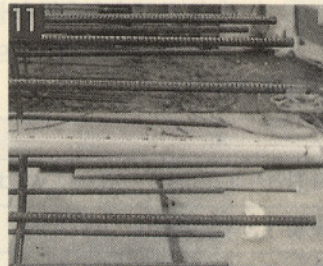
8  
절연재 삽입완료 상황.



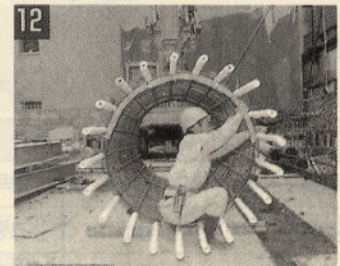
9  
절연재와 받침철구를 동시에 헤커를  
사용하여 결속선으로 고정한다.



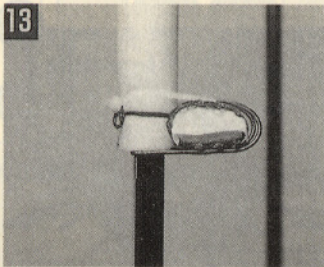
10  
상단부는 콘크리트가 침입하지  
않도록 주근 선단으로부터 약 3cm  
밑부분에 절연재와 주근을 결속선으로  
고정한다.



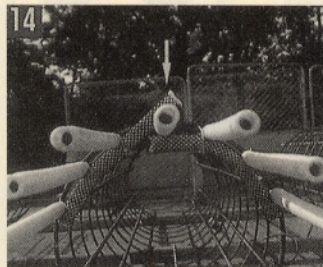
11  
절연재 세팅완료 상황.



12  
정해진 설치 패턴과 숫자에 따라  
항두처리재를 설치한다.



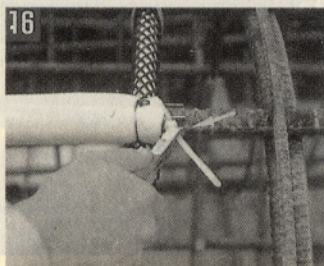
13  
이때에 항두처리재는 받침철구와  
밴드를 이용하여 주근에 대하여 직각이  
되도록 주의한다. 항두처리재 1개에  
받침철구 2개 사용.



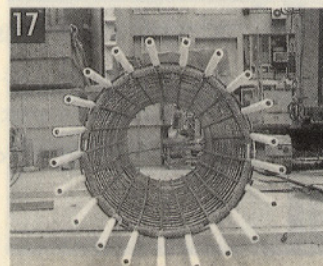
14  
규정의 갯수가 설치되지 않고 남은  
경우에는 항두처리재의 남은 부분을 비깅쪽으로  
나오게 하여 수평으로 단단히 고정한다.  
끝부분이 겹치는 일은 절대로 없어야 한다.



15  
설치밴드가 후공정시 방해되지 않도록  
설치밴드의 끝부분을 절단한다.



16  
절단상황.



17  
설치완료상황을 재확인한다.

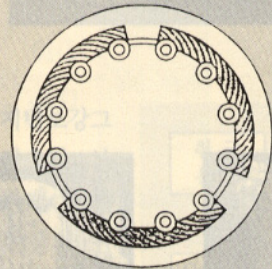
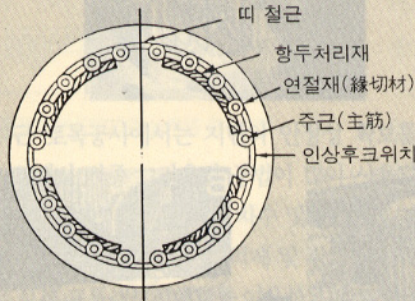


18  
절단후.

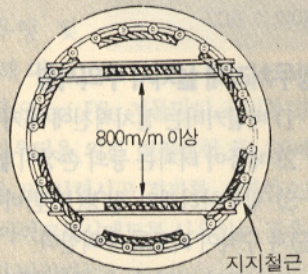
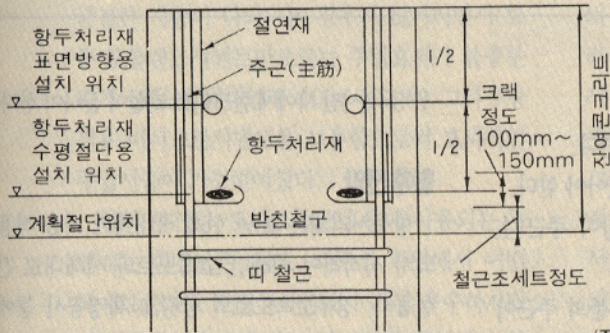


● 실험경  $\phi$  1000 이상 ~  $\phi$  1500 이하

● 실험경  $\phi$  800 이상 ~  $\phi$  900 이하

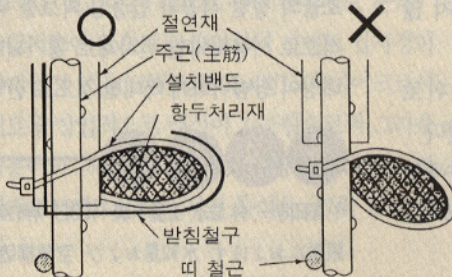


● 실험경  $\phi$  1600 이상



(주의) 1. 실험경  $\phi$  1900,  $\phi$  2000은 중심부에 4개를 사용한다.

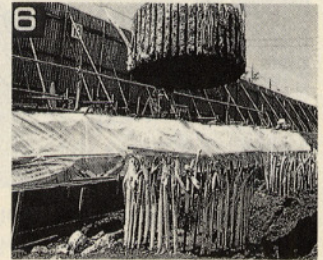
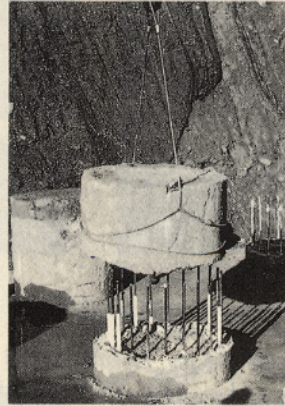
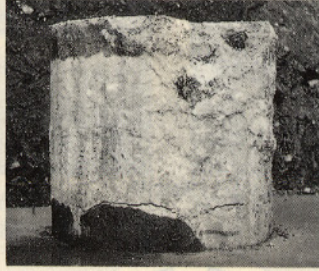
2. 중심부의 항두처리재는 D13~D16의 지지철근을 800mm 이상 떨어지게 하여 주근을 사이에 끼고 평행하게 조립하여 철근조를 설치한다.





## 항두처리재 시공결과

(수평절단용)



### 항두처리재 설치시 주의사항

- 1) 비닐커버는 설치직전에 제거한다.
- 2) 제품이 터지는 등의 손상이 없어야 한다.
- 3) 항두처리재의 장경(長徑)방향에 주근(主筋)과 수직이 되도록 주의한다.
- 4) 철근망 건입시 제거할 항두부분의 주근이 휘어지지 않도록 주의한다.
- 5) 항두처리재가 설치된 후 위치의 변형이 없어야 한다.
- 6) 트레미관이 항두처리재를 파손시키지 않게 주의한다.
- 7) 수평절단형의 경우 설치부위 위로 500mm 이상의 콘크리트를 타설하여야 한다.
- 8) 표면방향용과 같이 사용하는 경우 수평절단용 설치부위 위로 700mm 이상의 콘크리트를 타설하여야 한다.
- 9) 항두처리재 설치주위의 결속선은 조립후 절단한다.
- 10) 철근망 건입후 항두처리재가 물에 잠겼을 경

우 3~4시간 사이에 콘크리트 타설이 끝나야 한다.

### 향후전망

항두처리재는 95년 현재 국내에서 처음 적용되기 시작하여 서해안 고속도로의 서해대교 건설공사, 경부고속도로의 금강교 확장공사 등에 적용되고 있으며 그 품질을 인정받고 있다. 또한 동아건설이 시공중인 기양대교에도 적용될 예정이며, 향후 현타말뚝을 시공하는 공사에서는 구조물의 정밀 시공과 안정성 확보를 위해서 필수적으로 사용되어야 할 건자재로 평가되며 그 적용대상이 광범위하게 확대될 것으로 전망된다. **S**

### 참 고 문 헌

1. 副田孝一, 林浩志, 土屋和義 (1992) "靜的破砕劑の膨脹壓におよぼす 水和量および 空隙構造 の影響" Gypsum & Lime No. 239.
2. 金亨洙, 李啓鶴, 李梁圭 (1994) "토목시공학" 普文堂 pp159~204.