

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서



原 俊郎
Toshiro Hara
国土総合建設(株),
地盤改良事業部,
(t_hara@kokousou.co.jp)



佐藤 秀幸
Hideyuki Sato
国土総合建設(株),
地盤改良事業部,



渡辺 要
Kaname Watanabe
国土総合建設(株),
国際事業部



김 재 영
Kim, JaeYoung
공학박사, (주)엠코,
토목지원총괄실, 과장,
(geokimjy@amco.co.kr)

1. 머리말

일본은 세계적으로 연약지반이 많은 나라로서 국토개발을 위해 연약지반에 대한 다양한 대책공법이 입안되어 왔다. 연약지반에 시멘트슬러리를 주입하여 교반날개의 회전에 의해 시멘트슬러리와 지반을 화학적으로 결합시켜 견고한 지반을 형성하는 이 공법은 기계교반식 심층혼합처리공법이라고 불리며, 일본에서 개발된 연약지반개량기술의 하나로 대표적으로 CDM(Cement Deep Mixing Method)공법이라고 한다. 이 공법의 특징은 모든 지반에 적용 가능하며, 성토 등 재하에 따른 개량지반의 변형이 거의 없는 점이다. 또한 비교적 단기간에 견고한 개량지반을 조성할 수 있는 저소음 저진동 공법이다. 또

한 개발이래 30년동안 해상·육상시공량이 약 9,000만 m^3 , 공사금액은 약 9,000억엔의 풍부한 시공실적이 있다. 최근의 일본의 건설투자축소경향에도 상관없이 그 시공량은 증대경향이며, 적용범위도 확대되고 있다. 최근에는 새로운 적용분야로서 오염토양의 불용화 처리분야에 유효한 공법으로 향후 발전이 기대되고 있다.

육상공사에서는 2축식 심층혼합처리공법이 95%로 가장 많고, 단축식은 5%로 나타나고 있다. 또한 시공효율향상을 위해 대구경화, 다축화의 채용 등 개량을 거듭해 오고 있으며, 최근에는 3축식 심층혼합처리공법도 개발되고 있다. 여기서는 최신 심층혼합처리(CDM)공법의 시공·품질관리방법의 현황을 보고하고자 한다.

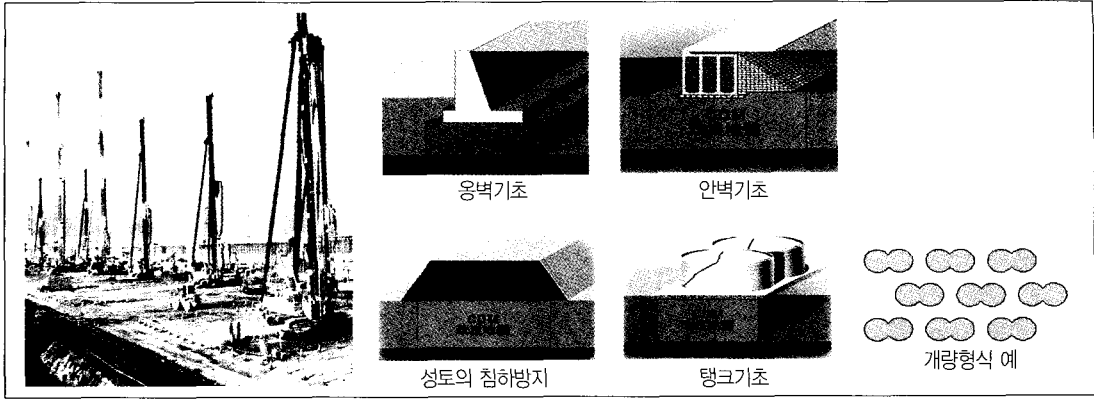


그림 1. 심층혼합처리공법의 상황과 적용 예

2. CDM공법의 개요

CDM공법은 해상시공과 육상시공으로 나뉘며, 육상에서는 도로, 하천, 각종 구조물 등의 기초지반 개량이나 굴착시 사면안정화, 액상화방지 등 광범위 하게 사용되며, 최근에는 토양오염대책에도 적용되고 있다. 그림 1에 시공상황과 적용 예를, 그림 2에 시공실적을 나타내었다.

2.1 CDM공법의 체계

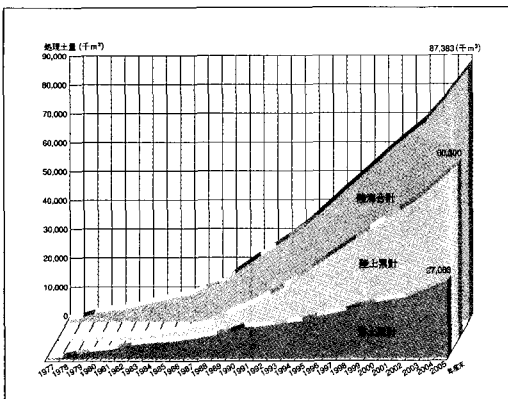


그림 2. 심층혼합처리공법의 해상/육상시공실적

육상 CDM공법에서 사용되는 처리기는 2축식의 교반날개를 장착한 것이 표준이지만, 공기단축, 경비절감, 환경고려 등 사회적 요구에 대응하는 시공 기술에 개량을 추가해 표 1의 체계에 나타내는 각 공법을 개발하여 적용범위의 확대를 추진하고 있다.

2.2 각 공법의 특징

- ① 표준 CDM공법
교반날개가 1m로 2축식의 표준적 공법으로써 최대 45m의 시공이 가능
- ② CDM-Mega공법
교반날개를 1.2~1.3m로 확대한 2축식으로 최대 30m의 시공이 가능
- ③ CDM단축공법
교반날개가 0.8~2.0m의 1축식으로 최대 30m의 시공이 가능
- ④ CDM-LODIC공법
구조물 등의 근접시공시 변위를 주지않기 위해 배토기능을 갖춘 교반날개가 1.0~1.3m의 2축식으로 최대 45m의 시공이 가능

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서

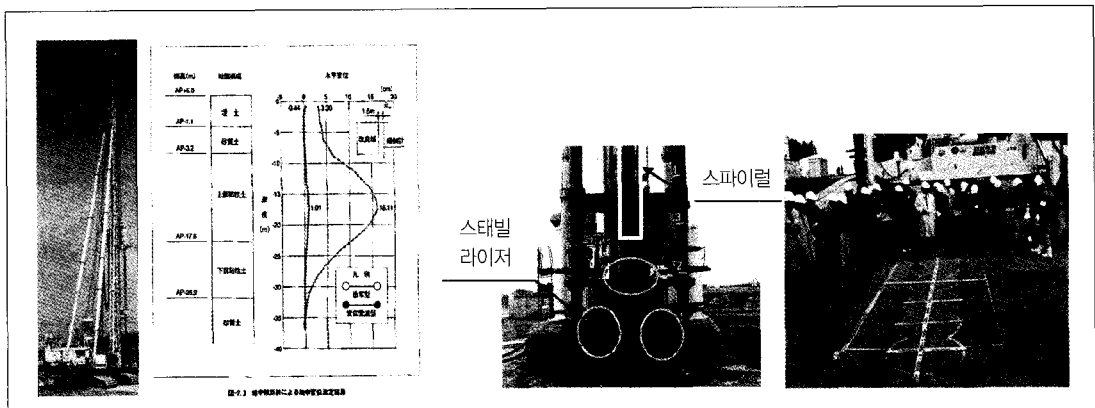
표 1. CDM공법의 체계

CDM 공법명	축형식	개량직경 (m)	개량면적 (m ²)	적용심도 (m)
① 표준 CDM공법	2축식	φ1.0	1.5	45
② CDM-Mega공법	2축식	φ1.2~1.3	2.17~2.56	45
③ CDM단축공법	1축식	φ0.8~2.0	0.5~3.14	30
④ CDM-LODIC공법	2축식	φ1.0~1.3	1.5~2.56	45
⑤ CDM-Land4공법	4축식	φ1.0~1.3	3.0~5.11	30
⑥ CDM-Colum21공법	2축식	φ1.5~1.6	3.5~4.34	30
⑦ CDM-Lemun2/3공법	2축식	φ1.0~1.3	2.19~3.79	30
⑧ CDM-FLOAT공법	2축식	φ1.0~1.3	1.5~3.79	25(해역)

- ⑤ CDM-Land4공법
2축식을 2세트(모터는 4대) 조합한 4축식으로 최대 30m의 시공이 가능
- ⑥ CDM-Colum21공법
교반날개를 1.5~1.6m로 확대한 2축식으로 최대 30m의 시공이 가능
- ⑦ CDM-Lemun2/3공법
교반날개가 1.0~1.3m의 3축식이지만, 2축식의 주입방법 및 플랜트설비가 이용 가능하며, 최대 30m의 시공이 가능
- ⑧ CDM-FLOAT공법
하구나 운하에서 육상기계 탑재대선에 탑재하

여 조위관리를 하면서 최대 20m의 시공이 가능 이상의 8가지 CDM공법 중, 개량심도, 토질조건, 시공조건 등을 검토하여 최적 공법을 선정하여 시공한다.

안정한 개량체를 보증하기 위해서 신중한 품질관리 및 시공관리를 필요로 하는 CDM공법은 기술메뉴얼의 상세한 품질·시공규칙에 의해 확실한 관리가 가능하다. 이러한 시공관리를 실시간으로 집중관리할 수 있는 시공관리시스템을 도입·장착하여 신뢰성 높은 시공이 가능하게 되는 것이다. 여기서는 최근 기술메뉴얼을 바탕으로 품질관리를 설명하고자 한다.



3. CDM공법의 품질 및 시공관리

3.1 CDM공법의 품질관리

CDM공법의 품질관리 순서는 그림 3에 나타내듯이 ① 시공전 실내배합시험, ② 시공중 시공관리, ③ 시공후 품질확인으로 구분한다.

또한 심층혼합처리공법에 있어서 개량체의 영향은 토질, 고화재의 Type 및 첨가량, 화학·물리적 조건 등 많은 요소에 의해 영향을 받는다. 표 2에 개량

효과에 영향을 미치는 요인을 나타내었다.

① 실내배합시험

실내배합시험에 있어서 개량체의 일축강도, q_{ul} 은 설계기준강도, q_{uck} 와의 관계가 유도되어 현장강도, q_{ur} 를 보증하기 위해 고화재의 적절한 종류와 첨가량을 결정하기 위해 수행된다. 실내배합시험의 순서를 그림 4에 나타내고, 실내배합시험의 일반적인 사양은 표 3에 나타내었다.

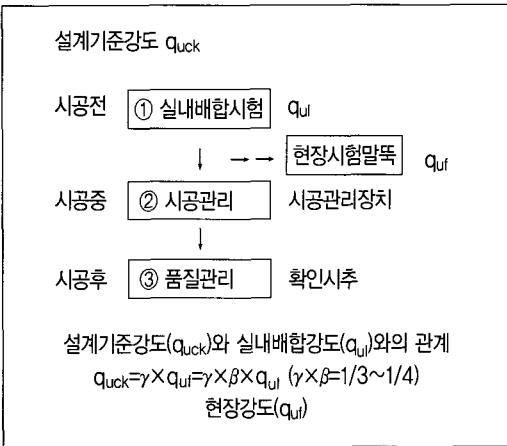


그림 3. 품질관리 순서

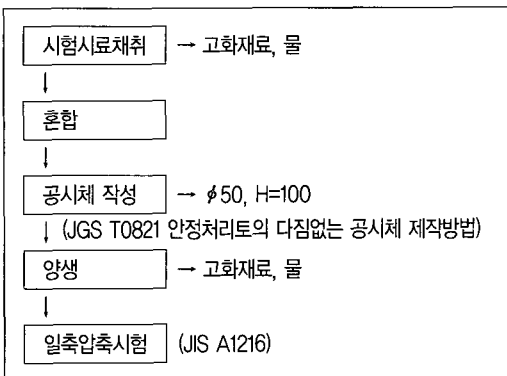


그림 4. 실내배합시험의 순서

표 2. 개량효과에 영향을 미치는 요인

종 별	항 목
재료종류	1. 재료 2. 품질 3. 혼합수 4. 혼합재
배합조건	1. 화학적 조건 2. 광물적 조건 3. 유기적 조건 4. PH 5. 함수비
혼합방법	1. 혼합온도 2. 교반시간 3. 첨가량
양생조건	1. 온도 2. 양생시간 3. 온도

표 3. 실내배합시험의 일반적 사양

항 목	사 양
개량재 종별	1. 보통포틀랜드시멘트 2. 고로시멘트B종 3. 시멘트고화재
물시멘트비	0.6~1.2
개량재 첨가량	사질토 점성토 유기질토
재령	7일, 28일

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서

② 시공관리

심층혼합처리공법의 일반적 시공순서로서 2가지의 타설사이클에 의한 방법이 있으며, 하나는 개량

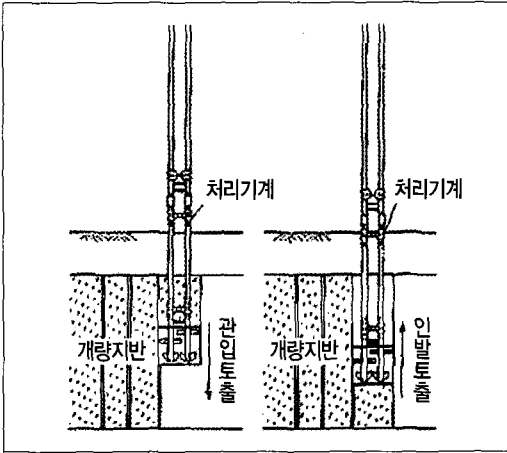


그림 5. 배토방식

재의 [관입시 배토방식], 두 번째는 [인발시 배토방식]이 있다. 일반적으로 CDM공법은 관입시 배토방식을 채용하고 있다. 관입시 배토방식은 흙과 개량재의 교반이 관입시와 인발시 모두 수행가능하기 때문에 교반시 균질성이 향상된다. 그러나 토질조건에 따라서는 관입속도에 따라 개량재 배토량의 조정이나 개량심도가 깊어 시간이 소요되어 교반날개 인발

표 4. CDM공법의 시공규정

항목	관입배토방식	인발배토방식
관입속도(m/분)	1.0	1.0
인발속도(m/분)	1.0	0.7
회전속도(회/분)	350	350
최저 슬러리 혼입율	$\phi 1.0$ $\phi 1.2$ 이상	9% 15%

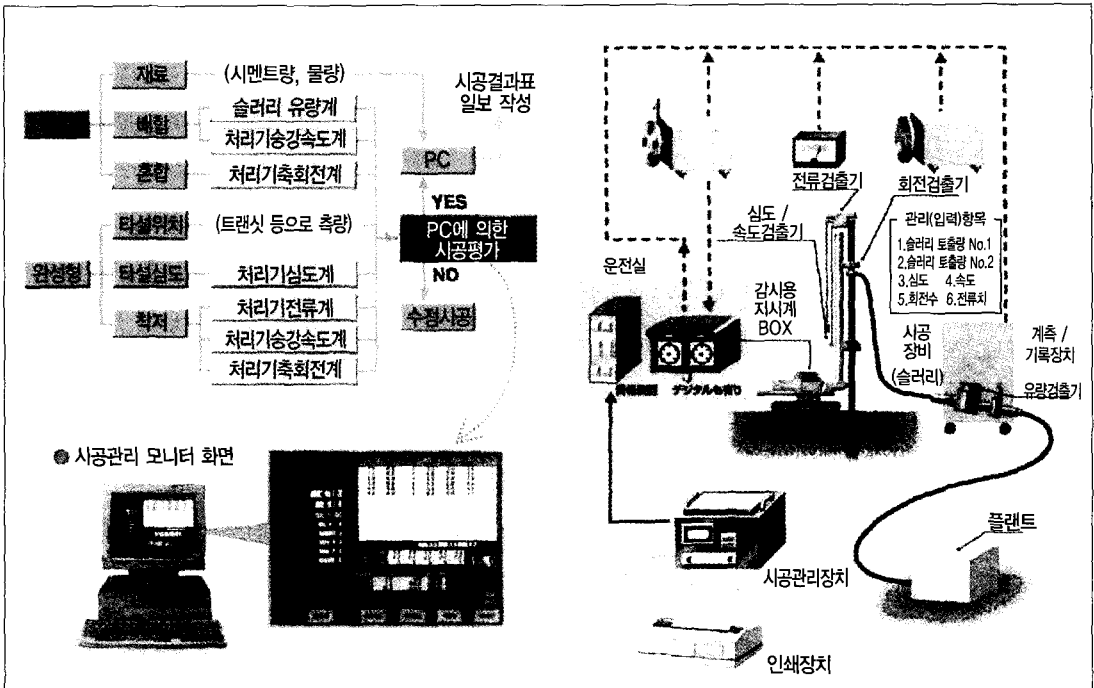


그림 6. 시공관리시스템의 개요

시 고화가 시작되는 등의 문제가 있는 경우는 인발 배토방식으로 한다. 또한 관입시 배토하여 변위를 저감하는 CDM-LODIC공법도 인발배토방식이다.

그림 5에 배토방식(관입·인발), 표 4에 $\phi 1.0\text{m} \times 2\text{축}$ 의 시공규정치를 나타내었다. 이 시공규칙은 관리시스템에 포함되어 있다. CDM공법의 시공관리는 품질관리·최종관리를 컴퓨터에 의해 실시간 파악할 수 있는 시공관리시스템을 도입하고 있고, 신뢰성 높은 시공을 수행한다. 그림 6에 시공관리시스템개요와 개량말뚝 타설결과를 표 5에 나타내었다.

③ 품질확인 (확인시추)

심층혼합처리공법에서는 시공시에 있어서 “시공

관리시스템”을 바탕으로 면밀한 관리를 실시하지만, 시공완료후에는 확인시추를 수행하여 일축압축 시험과 말뚝의 연속성확인을 통해 개량체가 설계상 필요로 하는 품질을 확보하고 있는지를 확인하는 것이 중요하다. 또한 이러한 확인과 더불어 보완적인 사운딩 등을 수행하여 추정하는 경우도 있다.

<CDM공법의 확인시추>

개량체의 품질확인 “개량체의 연속성”, “개량체의 강도”가 있으며, 개량체의 연속성확인 은 보어링 코어의 육안관찰로 수행하지만 코어채취율과 RQD로 평가되는 경우도 있다. 표 6에 일본의 시험기준을 나타내었다. 확인시추결과는 샘플링의 품질에 많이 의존하기 때문에 샘플링중에는 진동, 충격을 가능한

표 5. 개량말뚝 타설결과표 예

말뚝타설결과 표 인쇄 양식

공사명 : 000지구 000 지반개량공사

말뚝 No. : T-001-01

말뚝타설 결과 표

시공자 : $\Delta\Delta\Delta$ 건설 주식회사

호 기 : 1호기

PAGE 1/1

년 월 일

관입개시시간	0:00:00
관입종료시간	0:20:01
조성종료시간	0:36:01

	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층	제6층
한계심도	0.5 (m)	7.5 (m)	12.3 (m)			
기준슬러리량	0.0 (l/m)	100.0 (l/m)	120.0 (l/m)			

속도 (m)	승강속도 (m/min)	회전속도 (회/m)	슬러리 투출량			전류 (A)
			No.1 (l/m)	No.2 (l/m)	許 (l/m)	
* 0.5	1.0	15	0.0	0.0	0.0	123
1.0	1.0	14	0.0	0.0	0.0	143
2.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	152
3.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	175
4.0	1.0	16	0.0	0.0	0.0	180
5.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	185
6.0	1.0	16	0.0	0.0	0.0	188
7.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	179
7.5	1.0	15	0.0	0.0	0.0	182
8.0	1.0	14	0.0	0.0	0.0	184
9.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	187
10.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	181
11.0	1.0	16	0.0	0.0	0.0	177
12.0	0.9	18	0.0	0.0	0.0	209
*** 12.3	0.4	42	0.0	0.0	0.0	321
12.0	0.9	21	0.0	0.0	0.0	195
11.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	131
10.0	1.0	14	0.0	0.0	0.0	129
9.0	1.0	15	0.0	0.0	0.0	125
8.8	1.0	15	0.0	0.0	0.0	127
9.0	0.9	18	0.0	0.0	0.0	134
10.0	1.0	16	122.8	124.6	247.4	133
11.0	1.0	15	125.0	123.8	248.8	142
12.0	1.0	15	121.7	125.1	246.8	149
12.3	0.6	29	124.2	123.0	247.2	151

직저부 상세

심도(m)	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3
속도(mv/min)	0.9	0.8	0.5	0.3	0.1
전류(A)	210	220	320	330	350

- * : 공터부(空打部)
- ** : 선단처리부
- *** : 최저위인부

기준속 회전수
선단처리부 기준속 회전수
실적속 회전수

44회/m- 교반날개 회전수 350회/m÷교반날개 수 8개
175회/m- 교반날개 회전수 350회/m÷교반날개 수 2개
187회/m- 교반날개 회전수 350회/m÷교반날개 수 2개

속도 (m)	승강속도 (m/min)	회전속도 (회/m)	슬러리 투출량			전류 (A)
			No.1 (l/m)	No.2 (l/m)	계 (l/m)	
** 11.6	0.6	83	0.0	0.0	0.0	120
** 12.3	0.6	136	0.0	0.0	0.0	127
** 11.6	0.6	187	0.0	0.0	0.0	131
** 11.0	0.9	65	0.0	0.0	0.0	124
10.0	0.9	55	0.0	0.0	0.0	120
9.8	0.9	55	0.0	0.0	0.0	118
9.0	0.9	48	128.3	123.0	251.3	115
8.0	0.9	49	124.2	126.5	250.7	117
7.5	0.9	48	123.0	122.1	245.1	111
7.0	0.9	47	118.0	116.9	234.9	109
6.0	0.9	48	108.2	111.0	220.2	112
5.0	0.9	49	106.5	105.2	211.7	107
4.0	0.9	48	104.9	105.1	210.0	104
3.0	0.9	49	103.8	104.0	207.8	99
2.0	0.9	48	101.8	102.6	204.4	101
1.0	0.9	47	102.4	101.9	204.3	98
0.5	0.9	48	103.0	103.8	206.8	95
* 0.0	0.9	49	0.0	0.0	0.0	72

합계

파괴

(f)	*****	1434.1	1436.4	2870.5	***
파괴	****	O K	O K	O K	***

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서

표 6. 일본에서의 시험기준

항 목	육상시공
채취방법 (선택적)	<ul style="list-style-type: none"> · 2중관채취기 · 3중관채취기 · 데니스Type채취기 · 채취관경 $\phi 86\sim 116\text{mm}$
채취빈도	<ul style="list-style-type: none"> · 개량체 500분까지는 3분 · 500분 이상은 250분당 1분 추가
일축압축시험	<ul style="list-style-type: none"> · 일축압축시험(JIS A1216) · $q_{ul} > 0.85q_{uck}$ 설계강도의 85% 이상 · $q_{ul(ave)} > q_{uck}$ 3분의 평균이 설계강도 이상

억제할 필요가 있다. 사진 1~3에 시료를 채취하여 일축압축시험을 수행하는 상황을 나타내었다.

4. 최신 시공기계(KS-B·MIX공법)에 대해서

KS-B·MIX공법은 CDM-Mega공법의 최신공

법으로 과거 2축식(전동모터 90kW×2)의 한계개량 직경 $\phi 1.3\text{m}$ 에서 소형·경량으로 큰 토오크를 발휘할 수 있는 유압구동 로터리 드라이브(145kW×2)를 사용한 대구경 CDM공법이며, 말뚝직경은 $\phi 1.6\text{m} \times 2$ 축, 최대개량심도 25m의 시공이 가능하다. 또한 단축의 $\phi 1.6\text{m}$ 으로는 최대 30m의 개량체가 시공가능하다.

KS-B·MIX공법의 기계시양을 표 7에, 시공개요를 그림 7에 나타내었다.

5. 세계적인 심층혼합처리기술에 대해서

5.1 아시아에 있어서 품질관리

여기서는 아시아지역에서의 심층혼합처리공법의 품질관리에 대해 서술하고자 한다.

일본에서는 코어샘플러로 시료채취와 일축압축

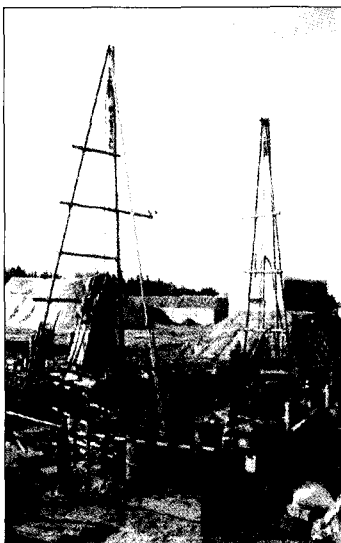


사진 1. 시료채취 보오링

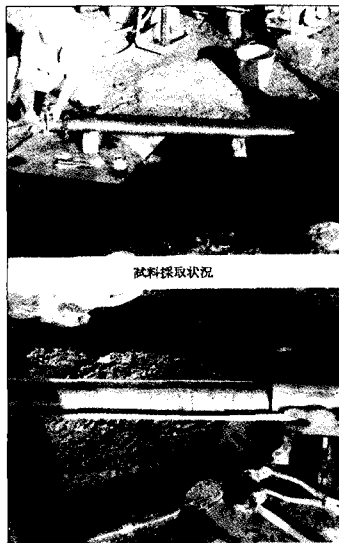


사진 2. 샘플러에 의한 채취

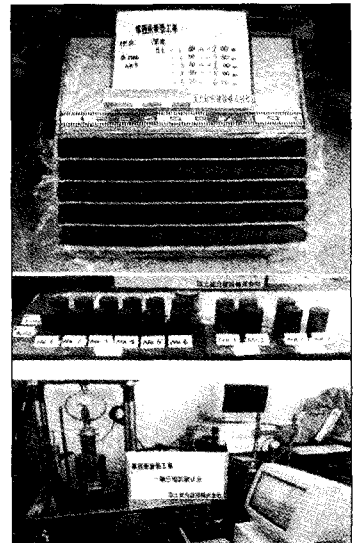
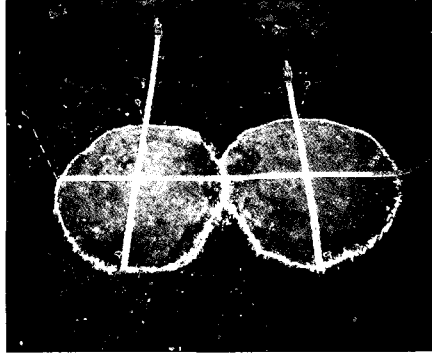


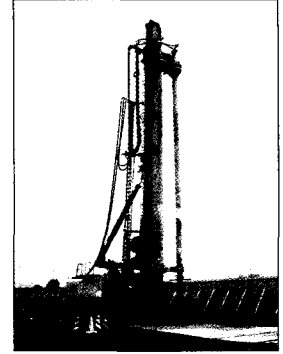
사진 3. 공시체와 일축압축시험



유압모터 145kW×2



φ1.6m×2축의 완성형상



B·MIX전경

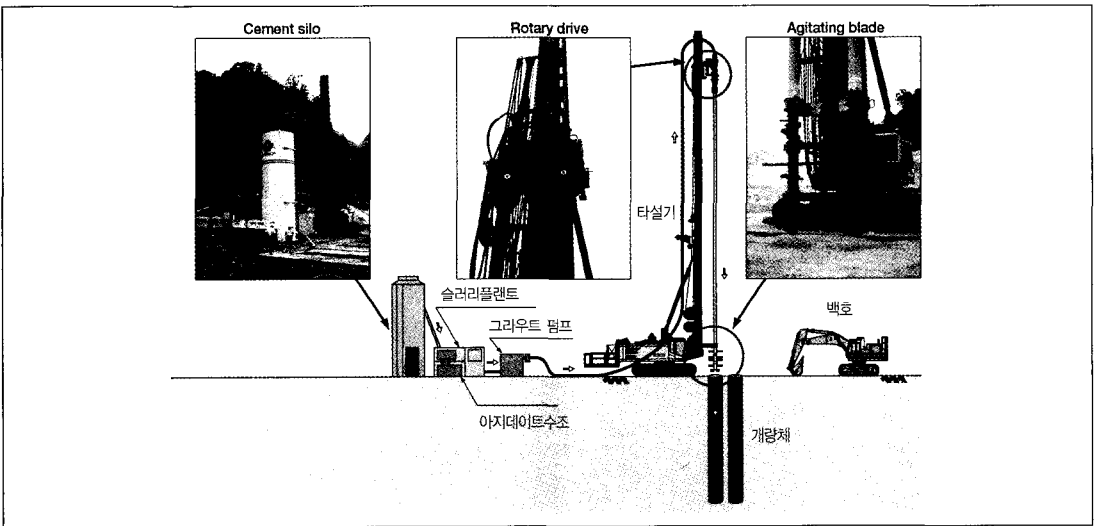


그림 7. KS-B·MIX공법의 시공개요도

시험이 표준이지만, 타이에서는 말뚝확인과 말뚝재하시험이 수행되고 있으며, 베트남에서는 말뚝 평판

재하시험이 수행되고 있고, 표 8에 아시아 각 나라의 확인시추방법에 대해 나타내었다.

표 7. KS-B·MIX의 기계사항

기계명	사양	수량	비고
처리기	414kw	1	BS100급
리더	L=30m	1	
유압모터	145kW	2	
교반축	φ305mm	2	
교반날개	φ1.6m	2	
시공관리	CDM-NK08	1	관리시스템

5.2 세계의 심층혼합처리공법 현황

심층혼합처리공법은 유럽북부와 일본에서 기술개발이 진행되어, 일본에서는 9,000만³의 시공실적이 있다. 최근 10년간 미국, 동남아시아, 오스트리아 지역에서는 일반화되고 있는 실정이다. 또한

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서

북유럽이나 일본에서는 품질관리는 심층혼합처리의 본질적인 부분으로써 “실내배합시험”, “시공관리”, “개량토의 코어채취·파괴시험”에 대해 확실하게 실시되고 있지만, 품질관리방법에 대해서는 많은 나라와 지역에 따라 방법과 규격 등이 다른 현실이다. 이러한 점은 토질, 기후, 시공기계, 원위치시험법, 적용대상, 목표강도 등이 각 나라가 상이하게 다르며, 사전 및 사후조사에 관해서도 그 확인방법이 다르기 때문이다. 그러나 조사방법은 달라도 심층혼합처리기술에 있어서는 사전·사후조사=실내배합시험·품질확인인 공동개념을 공유하고, 상이한 조사방법결과의 상관관계를 파악하는 것은 향후 상당히 중요하며, 심층혼합처리기술의 보급에 관해서도

효과적일 것이라고 생각된다.

5.3 심층혼합처리기술의 향후 전망

최근 10년동안 재료특성, 설계순서, 사전·사후조사, 시공사례 등 심층혼합처리공법에 대한 지속적인 국제회의가 개최되고 있다.

유럽에서는 EU연합으로써 지반·토목분야의 기술에 관한 기준화, 규격화(유로코드)를 진행하고 있고, CEN/TC288/WG10에서는 지반개량의 시공기술, 시공관리에 관한 규격을 심의하고 있다. 향후 북유럽-아시아-북미와 기술의 국제화는 계속 진행하면서 품질·시공관리에 대해서 세계 공통의 표준

표 8. 각 국의 확인시추에 대해서

국가	채취/시험방법	장점	유의사항
일본	· 코어보오링 · 일축압축시험	· 공시체를 육안관찰하고 강도시험을 확인할 수 있다.	· 코어샘플에 크랙이 생기기 쉽다. 숙련공에 의한 샘플채취가 필요
타이	· 말뚝굴착 · 개량말뚝의 재하시험	· 말뚝본체를 직접 육안관찰하고 강도시험이 가능하다.	· $\phi 600\text{mm}$ 까지는 확인가능
베트남	· 평판재하시험	· 말뚝두부의 굴착만으로 특별한 코어샘플은 불필요함	· 전 심도에서 확인불가능하다 · 말뚝직경이 증가하면 재하시험 설비도 대형이 된다.

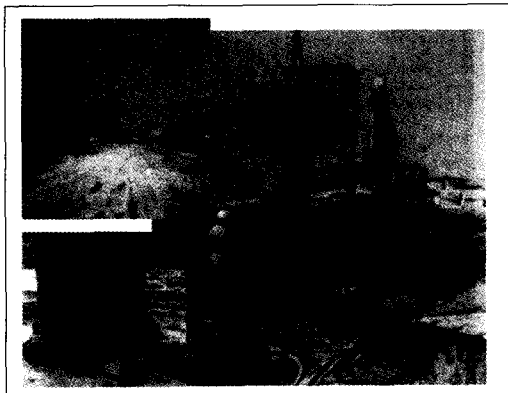


사진 4. 타이에서의 개량체 확인

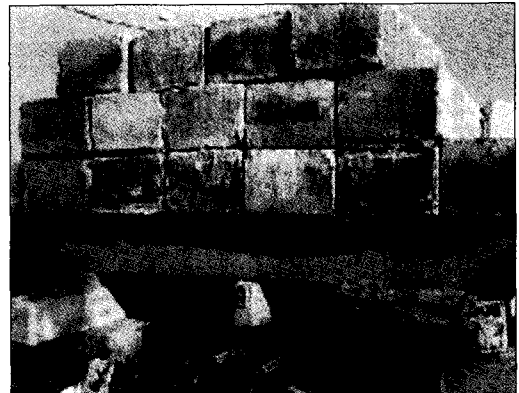


사진 5. 베트남에서의 평판재하시험

화·기준화는 더욱더 요구될 것으로 생각된다. 2005년 5월 스웨덴에서 개최된 DM'05 국제회의에서는 26개국에서 275명이 참가하여 100여편의 투고논문이 6개 세션에서 발표되었다. 다음 국제회의 DM'09는 2009년 5월에 일본 오키나와에서 CDM연구회와 DJM협회가 공동주최하여 개최될 예정이며, 심층혼합처리공법만이 아니라 고화처리기술까지 기술분야를 확장하고 있다. 또한 DM'09에서 “사전·사후조사(QC/QA)방법의 국제비교연구”가 향후 각국에서 수행될 예정으로 아시아지역에 있어서도 각 지역에서의 “실내배합시험과 현장강도 확인방법 및 결과에 대한 검토”가 요구될 것으로 생각된다.

DM'09는 2007년 6월부터 홈페이지가 개설되어 참가등록이 가능하며, 논문개요등록은 7월부터 시작된다.

심층혼합처리기술은 사회기반을 지탱하는 중요한 지반개량기술이며 또한 지속가능한 사회를 지탱하는 환경을 고려한 최신 기술로서도 향후 오염토양대책분야에서 활용이 기대되며, 시장성에 있어서도 중금속, 다이옥신류 오염토양의 고화·불용화처리기술로서 주목되고 있다.

최근 개최된 국제회의 및 워크숍의 개최년도와 장소를 나타내었다.

- 1996 심층혼합처리공법 국제회의
동경워크숍(IS-Tokyo '96)(일본)
- 1999 심층혼합처리공법 국제회의
스톡홀름(스웨덴)
- 2000 심층혼합처리공법 국제회의
헬싱키(핀란드)
- 2002 심층혼합처리공법 국제회의
동경워크숍(일본)
- 2003 심층혼합처리공법 국제회의

뉴올린즈(미국)

- 2004 심층혼합처리공법 국제회의
로스앤젤레스(미국)
- 2005 심층혼합처리공법 DM '05
스톡홀름(스웨덴)
- 2009 심층혼합처리공법 DM '09
(2009.5.19-21 예정(오키나와, 일본))
- * DM '09는 www.cdm-gr.com에서 볼 수 있음.

6. 맺음말

“지반공학과 국제협력”의 활동이나 인터넷의 보급으로 정보수집이 간편화되어 각 종 국제지반공학회의가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 지반개량에 있어서 아시아지역에서는 이웃나라의 정보도 한정되어 수집되고 있는 실정이다. 한편 아시아지역의 인프라정비는 향후 더욱더 필요하게 되어 그 건설수요도 증가할 것으로 생각된다. 본 기술은 북유럽-아시아-북미에 세계적 시장규모로 발전하고 있지만 세계적 규모에서는 고품질의 심층혼합처리기술을 유지하기 위해서도 아시아지역에서 많은 기술교류가 필요할 것으로 생각된다.

마지막으로, 처음 아시아 지역에서 개최예정된 DM'09(International Symposium on Deep Mixing & Admixture Stabilization OKINAWA 2009)에 한국 지반개량관계자가 많이 참가하기를 DM'09 국제회의 운영위원의 한사람으로써 희망한다.

일본의 심층혼합처리(CDM)공법 개발과 현황에 대해서

참고 문헌

1. 財)土木研究センター(2004.3), 陸上工事における深層混合処理工法設計・施工 Manual(改訂版)
2. CDM研究会(2006.11), CDM Pamphlet
3. CDM研究会(2004.12), CDM-Mega工法 技術・積算資料
4. CDM研究会(2006.10), CDM-LODIC工法 技術・積算資料
5. CDM研究会(2005.3), CDM-L and 4工法 技術・積算資料 2005.03
6. CDM研究会(2005.4), CDM-L mun2/3工法 技術・積算資料 2005.04
7. CDM研究会(2007.6), CDM-FLOAT工法 技術・積算資料 2007.06
8. CDM研究会(2005.2), CDM Q&A集 2005.2
9. 土質試験の方法と解説 第1回改訂版(2004.10), (社)地盤工学会
10. 土木工事必携(2005.4), 国土交通省, 関東地方整備局 企画部
11. 国土総合建設(2004.6), KS-B・MIX工法 設計・施工 Manual
12. Deep Mixing'05(2005.5), Regional Report : Asia

학회지 신규 컬럼 아이디어 요청

“지반”지에서는 2008년 신년호를 맞이하여 새로운 표지와 내용으로 회원여러분에게 가까이 다가서고자 합니다. 신년호에 수록되었으면 하는 신규 컬럼에 대한 회원 여러분의 아이디어를 받고자 합니다.

- 접수처 : kgssmfe@chol.com
- 접수기간 : 2007년 12월 31일까지