

연구보고서

토건 91-081-3



지하철공사 공정별 안전작업방법에 관한 연구

— 개착식 공법 —

1991. 12. 31



한국산업안전공단
산업안전보건연구원
INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해예방기술의 연구개발 및 보급사업의 일환으로 수행한 “지하철공사 공정별 안전작업방법에 관한 연구”의 1차년도 보고서로 제출합니다.

1991. 12. 31

주관연구부서 : 산업안전보건연구원

토목·건축연구실

연구자 : 책임연구원 박 일 철

연구원 최 재 진

목 차

1. 서 론	3
1-1. 연구목적 및 범위	3
1-2. 지하철 건설현황	3
2. 재해분석 및 사례	6
2-1. 재해분석	6
2-2. 재해사례	18
3. 개착식 공법의 공정별 안전대책	22
3-1. 준 비	27
3-2. 지하매설물 처리	30
3-3. 흙막이공	36
3-4. 노면복공	45
3-5. 굴 착	49
3-6. 지보공	55
3-7. 구조물 축조공	62
3-8. 되매우기, 노면복구	68
4. 결 론	70
참고문헌	72
부 록 I : 지하철(1, 2, 3, 4호선) 건설중의 사망재해	75
부 록 II : 지하철 공사의 주요 안전점검사항	76

여 백

1. 序 論

1-1. 연구목적 및 범위

오늘날 서울, 부산을 비롯한 대도시에는 급격한 인구의 팽창으로 심각한 교통난을 겪고 있으며 路面交通體制 만으로는 이 문제를 해결할 수 없기 때문에 지하철 건설에 박차를 가하고 있다.

서울시가 1991년 1월 1일을 기준으로 작성한 통계에 따르면 서울시의 하루 교통인구는 서울시 인구의 2배가 넘는 2천4백65만8천명으로 이중에 14.8%에 해당하는 4백63만2천명이 지하철을 이용하는 것으로 나타났으며 계속적인 지하철 건설에 따라 지하철이용 인구비율은 증가될 것으로 생각된다.

그런데 대도시 교통문제 해결의 열쇠라 해도 과언이 아닌 지하철 공사는 일반적으로 위험성이 큰 작업공정이 많고, 좁은 공간의 열악한 작업환경하에서 작업해야 하는 특수성이 있기 때문에 특히 안전문제가 강조되고 있다.

지하철의 구조형태는 지상, 지하, 高架로 구분할 수 있는데 이중 지하구간의 공사는 개착공법과 터널공법으로 대별된다.

본 연구는 그 범위를 지하철 개착공법 만으로 제한하여 공정별 개요와 그에 따른 안전작업방법에 대하여 고찰하고 지하철 공사시의 재해로 인해 접수된 요양신청서를 분석하여 재해의 유형을 검토하였다.

1-2. 지하철 건설현황

우리나라의 지하철 역사는 1971년 4월에 착공하여 1974년 8월에 완

공된 연장거리 9.5km의 서울역-청량리간 1호선 지하철의 건설로 시작된다. 당시 이 공사에는 330여억원의 공사비가 투입되었다.

뒤이어 건설된 지하철 2호선은 총연장 48.8km로 1978년 3월에 공사를 시작하여 1984년 5월에 완공을 보았다. 또한 지하철 3, 4호선은 1980년 2월에 착공하여 1985년 10월에 완공되었는데 각각의 연장길이는 28.9km와 30.3km에 달한다.

현재는 지하철 2, 3, 4호선에 대한 연장선과 5, 6, 7, 8호선 공사가 이미 착공되었거나 착공될 예정에 있는데 그 내용은 표 1-1과 같다. 그리고 서울시 지하철 공사에 의하면 현재 건설되고 있는 지하철은 표 1-2에 나타낸 바와 같이 2, 3, 4호선 연장 및 신설 5, 7, 8호선을 모두 합해 연장거리가 95.5km에 이른다. 이중 개착식 공사구간은 38.5km로서 전체의 40% 정도를 차지하고 있고 터널공법의 공사구간은 57%로 나타났다.

〈 표 1-1 〉 지하철 호선별 공사착공 및 완공일

구분	구 간	연장(km)	착 공 일	완 공 일
2호선	목동~신도림	3	'86년	'91년(예정)
3호선	양재~수서	8	'89년	'92년(")
4호선	사당~남태령	3	'89년	'92년(")
	상계~신상계	1	'89년	'92년(")
5호선	공항~여의도	17	'90.6	'93년(")
	고덕~왕십리	15	'90.6	'93년(")
	여의도~왕십리(도심구간)	13	'90.12	'93년(")
	천호동~거여(도심구간)	7	'90.12	'93년(")

구분	구 간	연장(km)	착 공 일	완 공 일
6호선	역촌~신내	31	'92년(예정)	'96년(")
7호선	상계~화양(강북구간)	16	'90.12	'93년(")
	화양~광명(강남구간)	26	'93년(예정)	'96년(")
8호선	잠실~성남(성남구간)	15.5	'90.12	'93년(")
	잠실~암사(천호구간)	4.5	'93년(예정)	'96년(")

〈 표 1-2 〉 지하철 호선별 연장거리

노 선	연 장 (km)			
	계	지 상	개 착	터 널
계	95.5 (100%)	25 (2.6)	38.5 (40.3)	54.5 (57.1)
2, 3, 4호선 연장	12	1	7.7	3.3
5호선	52		17.4	34.6
7호선	16		3.6	12.4
8호선	15.5	1.5	9.8	4.2

2. 災害分析 및 事例

지하철 공사는 주로 도심지에서 이루어지기 때문에 시공방법상 많은 어려움이 있으며 각 공정마다 재해의 요인이 내재해 있다.

이 장에서는 이러한 재해의 요인을 밝히고 그 대책에 대하여 논의하기 위하여 지하철 건설현장의 '90년 및 '91년도 재해자 요양신청서 중에서 231건을 대상으로 분석하였으며 여기서 78건은 터널공법구간에서 발생한 재해이고 153건은 개착식 공사구간에서 발생한 재해에 대한 것이다.

2-1. 재해분석

1) 재해자 현황

재해자에 대하여 연령과 학력을 구분하여 정리해 보면 표 2-1과 표 2-2와 같다.

〈 표 2-1 〉 연령별 분류

계	20세이하	21-30	31-40	41-50	51-60	60세이상
231(명)	5	33	76	69	39	9
100(%)	2.2	14.3	32.9	29.9	16.9	3.9

〈 표 2-2 〉 학력별 분류

계	무	국 줄	중 줄	고 줄	대 줄	기 타
231(명)	8	82	53	81	6	1
100(%)	3.5	35.5	22.9	35.1	2.6	0.4

표 2-1에서 재해자의 연령분포를 보면 31~50세의 근로자가 63%로서 많은 비율을 나타내고 있다. 그러나 51세이상의 고령자도 전체재해자의 20% 정도를 차지하고 있는 것으로 나타나 있어서 결국 근로자가 작업환경이 열악하고 중노동을 요하는 건설업의 취업을 기피하여 건설현장에 나이가 많은 근로자가 작업을 하는 경향이 심화되고 또한 이러한 고령 근로자는 신체의 거동이 민첩하지 못하기 때문에 보다 많은 재해의 위험성이 있는 것으로 판단된다.

참고로 1990년도의 재해통계에 의하면 건설업 재해자수는 37,102명이며 그중 50세 이상의 재해자수는 8,120명으로 전체의 22%를 차지하여 고령 근로자의 재해문제는 지하철 현장에 국한된 것이 아님을 알 수 있다.

학력별로 재해자수를 나타낸 표 2-2에서는 국졸, 중졸 및 고졸 근로자의 비율이 큰 것을 보여주고 있다.

표 2-3에서는 재해자의 근속기간을 구분하여 근속기간에 따른 재해자수를 살펴보았다.

〈 표 2-3 〉 근속기간별 분류

계	1일-2주	2주-4주	1개월-2개월	2개월-6개월	6개월 이상
231(명)	82	50	46	43	10
100(%)	35.5	21.6	19.9	18.6	4.3

이 표를 보면 재해자의 95% 정도가 근속기간 6개월 미만인 근로자이며 근속기간이 짧을수록 재해비율이 큰 것을 알 수 있다. 이와같이 근속기간이 짧은 근로자가 재해를 많이 당하는

이유는 현장상황과 안전작업방법에 대하여 충분히 숙지하지 못한 상태에서 작업에 들어가게되는 것이 주요인이라고 생각된다.

따라서 근본적으로 건설재해를 감소시키기 위해서는 안전관리조직을 강화하고 철저한 안전관리교육을 실시하는 일이 무엇보다 중요하며 건설현장의 특성상 일일근로형태가 이루어짐으로써 결여되기 쉬운 소속감을 회복시키기 위한 제도적 보완책이 강구되어야 할 것으로 판단된다.

2) 재해발생시기 분석

공사기간중 요일과 달에 따라 재해자 숫자에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 요일과 월별로 재해자수를 구분하여 표 2-4와 표 2-5에 제시하였다.

〈 표 2-4 〉 요일별 분류

계	일	월	화	수	목	금	토
231(명)	28	38	37	19	37	36	36
100(%)	12.1	16.5	16.0	8.2	16.0	15.6	15.6

〈 표 2-5 〉 월별 분류

계	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
231(명)	24	17	31	26	16	10	12	23	10	9	15	38
100(%)	10.4	7.4	13.4	11.3	6.9	4.3	5.2	10.0	4.3	3.9	6.5	16.5

요일별 재해자수를 보면 수요일에 다소 재해자수가 작았으며 기타의 요일에는 특별한 차이가 없는 것으로 나타났다.

재해자수를 월별로 구분하여 정리한 표 2-5에서는 월별재해자수가 큰 차이를 보이고 있는데 이것은 공사의 물량 등과도 상당한 관계가 있을 것이므로 현단계에서 그 원인을 명확히 밝히는 것이 어려우며 보다 많은 자료의 추가검토에 의해서만 설명이 가능할 것으로 판단된다.

3) 재해자의 직종분석

직종별 재해현황을 검토하기 위하여 개착식 공사구간에서의 재해현황(153건), 터널공법에 의한 공사구간에서의 재해현황(78건) 및 이들을 합한 재해현황(231건)으로 나누어 표 2-6에 정리하였다.

이 표를 보면 개착식 공사구간에서는 용접공과 잡부, 철골공 등의 직종이 가장 재해를 많이 입었으며 그 다음으로는 목공, 비계공, 착암공 등의 순이다. 용접공, 잡부 그리고 철골공 등 3개 직종의 재해자수가 전직종의 57%로서 높은 재해상황을 보이고 있다.

용접공의 경우는 강재를 가공하고 조립하는 과정에서 많은 재해를 입으며, 잡부의 경우는 자재운반 및 이동중 그리고 목공

〈 표 2-6 〉 직종별 분류

i) 개착식 공사구간

계	용접공	잡 부	철골공	목 공	비계공	착암공	보링공
153(명)	31	30	26	15	12	10	5
100(%)	20.3	19.6	17.0	9.8	7.8	6.5	3.3

콘크리크공	방수공	철근공	운전원	직 원	전 공	토류공	기 타
5	5	5	4	1	1	1	2
3.3	3.3	3.3	2.6	0.7	0.7	0.7	1.3

ii) 터널공법구간

계	착암공	잡 부	숏크리트공	용접공	운전원
78건(명)	51	10	8	2	2
100(%)	65.4	12.8	10.3	2.6	2.6

직 원	보링공	비계공	철골공	콘크리트공	기 타
1	1	1	1	1	0
1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0

iii) 개착 및 터널식 공사구간

계	착암공	잡 부	용접공	철골공	목 공	비계공	숏크리트공	보링공
231(명)	61	40	33	27	15	13	8	6
100(%)	26.4	17.3	14.3	11.7	6.5	5.6	3.5	2.6

운전원	콘크리트공	방수공	철근공	직 원	전 공	토류공	기 타
6	6	5	5	2	1	1	2
2.6	2.6	2.2	2.2	0.9	0.4	0.4	0.9

의 경우는 목재의 가공작업 및 이동중에 재해를 많이 당하는 것으로 나타났다.

터널공법구간에서는 착암공이 단연 재해발생건수가 많은데 착암 작업중 낙석에 맞는 경우나 착암기의 부적절한 취급에 기인한 사례가 많았다.

한편 본 조사의 대상인 재해자수 231명, 즉, 개착식 및 터널식 공사구간 모두에 대한 재해자수를 볼 때 착암공이 61명으로 약 26%를 차지하여 가장 큰 재해자수를 나타냈으며 그 다음은 잡부 40명, 용접공 33명 그리고 철골공 27명의 순으로 이 4개 직종의 재해자수가 전체재해의 70%에 달하는 것으로 나타났다.

4) 작업종류별 재해분석

작업종류별 재해자수를 앞에서와 같은 방법으로 개착식 공사구간, 터널식 공사구간 및 이들을 합한 경우에 대한 것으로 구분하여 살펴보면 표 2-7과 같다.

〈 표 2-7 〉 작업종류별 구분

i) 개착식 공사구간

계	자재운반	강재조립	강재가공	이 동 천 공	자재가공	토류판설치
153(명)	35	21	21	19	6	6
100(%)	22.9	13.7	13.7	12.4	3.9	3.9

거푸집해체	거푸집조립	토사굴착	콘크리트타설	강재해체	지반보강	장비정비	철근조립	기 타
5	4	4	2	2	2	2	1	17
3.3	2.6	2.6	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7	11.1

ii) 터널공법구간

계	터널공사	자재운반	강재조립	이 동	장비정비	콘크리트타설
78(명)	39	11	8	5	4	2
100(%)	50.0	14.1	10.3	6.4	5.1	2.6

토류판설치	강재가공	자재가공	지반보강	지보설치	기 타
2	1	1	1	1	3
2.6	1.3	1.3	1.3	1.3	3.8

iii) 개착 및 터널식 공사구간

계	자재운반	터널굴착	강제조립	이 동	강제가공	토류판설치	자제가공	장비정비
231(명)	46	39	29	24	22	8	7	6
100(%)	19.9	16.9	12.6	10.4	9.5	3.5	3.0	2.6

천 공	거푸집해체	거푸집조립	토사굴착	콘크리트타설	지반보강	강제해체	철근조립	자보설치	기 타
6	5	4	4	3	3	2	1	1	21
2.6	2.2	1.7	1.7	1.3	1.3	0.9	0.4	0.4	9.1

표 2-7에서 알 수 있듯이 작업종류별로 발생한 재해자수를 살펴보면 개착식 공사구간에서는 자재운반작업중 재해를 입은 재해자가 35명으로 전체재해의 23%에 달하고, 강제조립과 강제가공작업시 발생한 재해자수는 각 21명으로 13.7%씩을 차지하고 있다. 또한 이동중에 발생한 재해는 19건으로 12.4%에 이르러 이들 4개종류의 작업중에 발생한 재해율이 전체 재해의 63%정도를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

개착식 공사구간에서 자재운반시에 재해발생수가 높은 것은 다음과 같이 생각해 볼 수 있다. 즉 지하철 건설현장에서는 수많은 건설자재가 사용되고 그 중에서도 특히 흙막이 공사에 필요한 각종 강재, 토류판 등은 대개가 중량물이면서도 장대물이 보통이다. 또한 이들 강재는 상하차작업 또는 운반작업시에 취급이 어려우며 인력에 의존한 작업이 이루어질 때 대단한 위험이 따른다고 할 수 있다.

그 밖에도 작업발판, 거푸집용 목재, 토류판 등을 가공하기 위해서는 둥근톱을 사용하는데 이때 톱날에 작업자의 신체가 닿거나 가공목재의 일부분이 비래하여 작업자를 강타하는 경우가

있으며 또한 절삭된 룬밥이 비산하여 눈에 들어가는 재해 등도 많이 발생되고 있다.

한편 터널공법구간에서는 터널굴착작업중 재해를 입는 재해자가 39명으로 전체재해의 50%를 차지하여 터널굴착시 재해율이 매우 높은 것으로 나타났다. 이는 착암기를 사용할 때 발생하는 진동과 소음 등에 의하여 작업자의 주의가 산만해져 위험에 대처하는 민첩함이 그 만큼 저하되기 때문으로 생각해 볼 수 있으며, 특히 진동으로 인해 주변의 암석조각이 불시에 낙하 또는 비산함으로써 재해를 유발시킬 위험성이 높기 때문이라 하겠다.

터널굴착작업 이외에 재해가 많이 발생한 작업종류는 개착식 공법구간에서 발생한 재해율보다는 낮으나 터널공법구간에서도 개착식 구간에서와 마찬가지로 자재운반과 강제조립인 것으로 나타났다. 자재운반도중에 발생한 재해자는 11명이고 강제조립중에 발생한 재해자는 8명으로 각기 전체재해의 14.1%와 10.3%를 차지하고 있다.

한편 개착 및 터널식 공사구간 전체를 볼 때 가장 재해가 많이 발생한 작업은 자재운반, 터널굴착, 강제조립, 이동, 강제가공 등의 순이며 이 5종류의 작업에서 발생한 재해는 전체 231건중 160건으로 전체재해의 69%를 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 이들 5개 직업에 있어서는 특히 안전작업이 요구된다.

5) 재해 기인물 분석

기인물별 재해자수를 나타내면 표 2-8과 같다.

〈 표 2-8 〉 기인물별 구분

i) 개착식 공사구간

계	강 재	기계기구	자 재	작업환경	토류판	거푸집
153(명)	59	20	13	11	11	9
100(%)	38.6	13.1	8.5	7.2	7.2	5.9

고압용기	T-4	크레인	복공판	작업발판	철 근	기 타
5	4	3	2	2	1	12
3.3	2.6	2.0	2.0	1.3	0.7	7.8

ii) 터널공법구간

계	기계기구	작업환경	강 재	자 재	토류판	작업발판	기 타
78(명)	32	20	9	5	2	1	9
100(%)	41.0	25.6	11.5	6.4	2.7	1.3	11.5

iii) 개착 및 터널식 공사구간

계	강 재	기계기구	작업환경	자 재	토류판	거푸집
231(명)	68	52	31	18	13	9
100(%)	29.4	22.5	13.4	7.8	5.6	3.9

고압용기	T-4	크레인	작업발판	복공판	철 근	기 타
5	4	3	3	3	1	21
2.2	1.7	1.3	1.3	1.3	0.4	9.1

표 2-8을 보면 개착식 공사구간의 경우 최고의 재해 기인물은 강재이며 강재에 의한 재해는 38.6%를 차지하고 있고 그 다음은 기계기구에 의한 재해로 13.1%를 나타냈다.

터널공법구간의 경우 재해 기인물은 기계기구, 작업환경, 강재 등의 순으로 각기 41.0%, 25.6%, 11.5%의 재해를 보이고 있다.

개착 및 터널식 공사구간 전체를 보면 재해 기인물은 강재, 기계기구, 작업환경 등의 순임을 알 수 있으며 이들 3종의 기인물에 의한 재해가 전체재해 231건중 151건으로 65.3%를 차지하는 것으로 나타났다. 특히 전체재해의 13.4%를 차지하는 작업환경에 의한 재해의 경우 작업환경에 대한 정비 및 관리에 의해 그 재해를 비교적 용이하게 줄일 수 있는 것이므로 작업환경에 대한 철저한 관리가 요구된다.

6) 재해발생형태별 분석

재해발생형태별로 구분하여 재해자수를 나타낸 것이 표 2-9이다.

〈 표 2-9 〉 발생형태별 구분

1) 개착식 공사구간

계	협착	전도	추락	낙하	충돌	도괴
153(명)	43	25	21	18	14	5
100(%)	28.1	16.3	13.7	11.8	9.2	3.3

비레	파열	무리한동작	폭발	낙반	감전	기타
4	4	3	2	2	1	11
2.6	2.6	2.0	1.3	1.3	0.7	7.2

ii) 터널공법구간

계	낙 반	협 착	낙 하	충 돌	전 도	파 열
78(명)	20	12	10	9	5	5
100(%)	25.6	15.4	12.8	11.5	6.4	6.4

추 락	비 래	폭 발	유해물접촉	도 괴	감 전	무리한동작	기 타
3	2	2	2	1	1	1	5
3.8	2.6	2.6	2.6	1.3	1.3	1.3	6.4

iii) 개착 및 터널식 공사구간

계	협 착	전 도	낙 하	추 락	충 돌	낙 반
231(명)	55	30	28	24	23	22
100(%)	23.8	13.0	12.1	10.4	10.0	9.5

파 열	비 래	도 괴	폭 발	무리한동작	감 전	유해물접촉	기 타
9	6	6	4	4	2	2	16
3.9	2.6	2.6	1.7	1.7	0.9	0.9	6.9

이 표를 보면 개착식 공사구간에서는 협착에 의한 재해가 가장 많으며 그 다음은 전도, 추락, 낙하, 충돌 등의 순으로 이들의 재해가 전체재해자수의 80%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 결국 개착식 공사구간에서는 협착, 운반도중의 전도, 고소 작업에 수반되는 추락, 및 이동물질과의 충돌 등이 재해의 주종을 이루며 낙하물의 비래, 튀어나온 못 등에 찰림, 자재의 전도 등에 의한 재해가 많이 발생됨을 보여주고 있다.

한편 터널공법구간에서는 낙반에 의한 재해자수가 가장 많아

전체재해자수의 25.6%를 차지하고 있으며 협착, 낙하, 충돌 등에 의한 재해자도 상당수 있음을 보여주고 있다.

7) 상해종류와 상해부위 분석

지하철 공사에서의 상해는 표 2-10에 나타낸 바와 같이 골절상이 전체 231건중 124건으로 53.7%를 차지하여 가장 많은 비율을 나타냈으며 그 다음은 좌상으로 43건이었다.

상해부위별로 보면 표 2-11과 같이 발부분의 재해가 54건, 손부분의 재해 49건, 다리부분 28건으로 나타나 재해를 가장 많이 당하는 신체부위는 발, 손, 다리이며 그밖에 어깨, 척추, 옆구리, 머리, 안면부 등의 순임을 알 수 있다.

〈 표 2-10 〉 상해종류별 구분

계	골절	좌상	부상	찰과상	화상
231(명)	124	43	17	14	13
100(%)	53.7	18.6	7.4	6.1	5.6

자상	절상	창상	청각장애	시력장애	기타
6	3	3	1	1	6
2.6	1.3	1.3	0.4	0.4	2.6

〈 표 2-11 〉 상해부위별 구분

계	발	손	다리	전신	어깨	척추	옆구리
231(명)	54	49	28	20	14	13	12
100(%)	23.4	21.2	12.1	8.7	6.1	5.6	5.2

두부	안면부	가슴	팔	등	목	둔부	기타
11	11	7	4	3	1	1	3
4.8	4.8	3.0	1.7	1.3	0.4	0.4	1.3

8) 치료기간 분석

요양신청서에 기재된 치료소요일수를 몇단계로 구분하여 표 2-12에 제시하였다. 이를 보면 2주~4주의 치료를 요하는 재해가 102명으로 가장 많았고 1개월~3개월 이하의 치료가 필요한 재해자 수도 95명으로 나타나 높은비율을 차지하는 것을 알 수 있다.

〈 표 2-12 〉 치료기간별 구분

계	4~6일	7~13일	14~29일	1개월~3개월미만	3개월이상	사망
231(명)	0	22	102	95	10	2
100(%)	0	9.5	44.2	41.1	4.3	0.9

2-2. 재해 사례

1) 자재운반 및 정리작업중의 재해

- '90년 3월 5일 서울 마포구 지하철 공사용 강재 하치장에서 상태가 불량한 폐강재를 정리하기 위해 크레인으로 옮기던중 강재가 크레인 후크에서 이탈되어 떨어지면서 철골공이 맞아 사망한 재해가 발생하였다.

- '90년 3월 1일 지하철 5호선 공사장에서 하카를 이용하여 정리작업을 하던중 H빔에 하카를 끼워서 넘기다 H빔이 발등에 떨어져 6주의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 2월 7일 지하철 분당선 공사현장의 강제적재장에서 복공판을 뒤집기 위하여 세사람이 함께 들다가 한사람이 놓지면서 복공판이 미끄러져 재해자의 오른쪽발에 떨어져 약 40일간의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.

2) 추락재해

- '91년 3월 14일 지하철 5호선 공사중 철골공이 버팀보에 볼트를 채우는 작업을 하던중 버팀보에서 미끄러져 하단 2m 높이의 바닥으로 떨어져 5주의 치료를 요하는 재해를 입었다.
- '91년 8월 지하철 7호선 공사현장에서 버팀보 설치를 위한 철골용접작업을 하던중 H형 강재 위에서 앉은 자세를 고치기 위하여 일어나는 순간 3.5m 아래로 추락, 좌측무릎이 땅에 닿으면서 골절상을 입어 8주의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 3월 21일 지하철 3호선 공사현장에서 버팀보 해체작업을 위하여 띠장 위에서 H-pile과 버팀보를 고정시키고 있던 너트를 산소용접기로 절단하고 볼트를 망치로 빼내던중 몸의 중심을 잃고 2m 아래로 떨어지면서 어깨 및 오른쪽 무릎부위를 다쳐 3주의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 4월 30일 지하철 3호선 공사현장에서 구조물 벽체의 방수작업을 하기 위하여 가시철 띠장을 딛고 벽체를 타면서 작업장소로 내려가던중 실족하여 띠장과 같이 떨어져 얼굴 및 허리를 다쳐 42일간의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.

3) 토사붕괴에 의한 재해

- '91년 1월 6일 지하철 5호선 공사현장에서 상수도 보강용 와이어 매달기 작업중 토류판을 끼우기 위해서 토류판을 운반한 후 돌아서던중 1.2m 높이의 벽면 흩이 무너져내려 덮침으로써 4개월의 치료를 요하는 재해를 입었다.

4) 작업용구에 의한 재해

- '91년 6월 16일 지하철 7호선 공사장에서 작업자가 주형보에 드릴작업을 하고나서 드릴의 스위치를 끄지 않은 상태로 이동하던중 옷이 감기면서 압박과 타박을 가해 4주간의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 5월 7일 지하철 7호선 공사현장에서 H형강재 연결을 위한 용접작업중 용접부위를 망치로 두들기는 과정에서 본인의 부주의로 망치자루가 빠져 떨어지면서 좌측다리에 맞아 4주의 치료를 요하는 재해를 입었다.

5) 화상재해

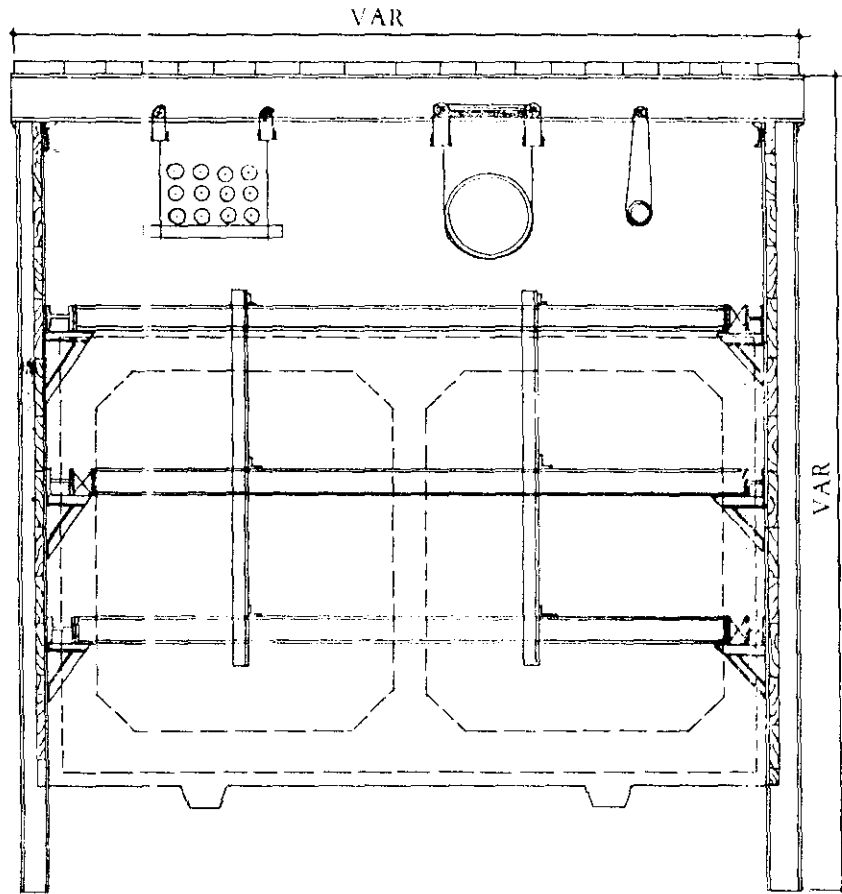
- '91년 4월 29일 지하철 3호선 공사구간에서 철판절단 작업중에 산소호스에 불이 붙어 불을 끄기 위해 무의식중에 손으로 잡았는데 이때 화력이 강하여 용접용 장갑이 타면서 손바닥이 화상을 입어 3주의 치료를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 3월 8일 지하철 과천선 현장에서 작업대기중 모닥불 앞에서 불을 쪼이다가 불을 키우기 위하여 옆에 있던 방수용도료, 프라이머를 붓는 순간 프라이머가 주위로 튀면서 2명이 얼굴과 손에 화상을 크게 입어 4주간의 치료가 필요한 재해를 입었다.

6) 기타 재해

- '90년 11월 2일 지하철 3호선 공사현장에서 작업원 2명이
기설치된 H-pile 띠장 위에서 수평버팀보를 설치하던중 굴착
작업을 하던 백호우가 옆으로 스윙을 하다가 버팀보를 건드려
버팀보가 좌우로 흔들리면서 위에서 작업중이던 재해자가 버팀
보와 H-pile 사이에 끼어 3주의 치료를 요하는 재해를 입었
다.
- '90년 2월 26일 크레인으로 복공판 설치작업을 실시하던중
복공판이 들어가지 않아 지렛대로 바로 넣기 위하여 움직이다
가 지렛대가 튕겨지면서 왼발에 복공판이 떨어져 6주의 치료
를 요하는 재해가 발생하였다.
- '91년 2월 25일 지하철 분당선 건설현장에서 띠장설치작업중
높이 2m 정도의 경사지에서 뛰어내리다 미끄러지면서 아래에
박혀있는 파일에 무릎을 부딪쳐 4주의 치료를 요하는 재해를
입었다.

3. 개착식 공법의 공정별 안전대책

지하철공사의 개착식 공법은 그림 3-1과 같이 지표면으로 부터 굴착하여 소정의 위치에 지하구조물을 축조하고 상부를 되메워 지표면을 원상태로 복구하는 공법이다.



〈 그림 3-1 〉 개착식공법 시공도

이 공법은 터널이나 정차장 등이 낮은 경우(굴착심도가 적을 경우)에는 공기단축, 보조공법의 채용등 비교적 경제적이고 유리한 공법이나 교통소통의 장애, 소음, 진동 등의 공중공해와 지장물의 처리에

많은 문제점이 있다. 반면 굴착심도가 큰 경우 T.B.M, Shield 등의 터널공법이 유리하다.

개착공법은 지질이나 환경, 굴착방법 등에 따라서 다음과 같이 분류할 수 있다.

지질, 환경에 의한 분류

- 1) 법면 굴착식(素掘式)
- 2) 無覆工式
- 3) 覆工式

掘削方法에 따른 분류

- 4) 縦割式
- 5) 側溝式

構築方法에 의한 분류

- 6) 표준방법(順卷式)
- 7) TOPDOWN 공법(逆卷式)

실제적으로는 이들의 복합된 형태로 시공되는 경우가 많다.

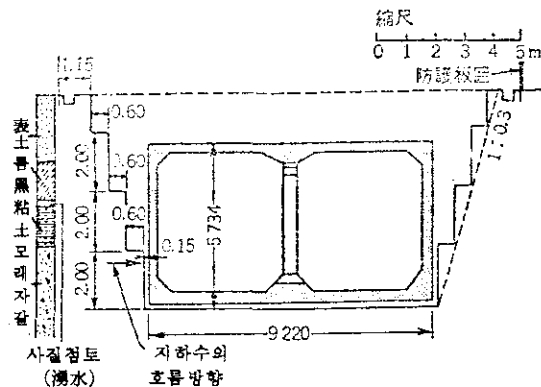
1) 법면 굴착식(素掘式)

흙막이 공을 실시하지 않고 굴착면의 기울기에 의해 지반을 유지하는 방식으로 광범위한 토지를 점유하고 또한 지반이 비교적 양질로서 용수가 적고 굴착심도가 적어야 한다.

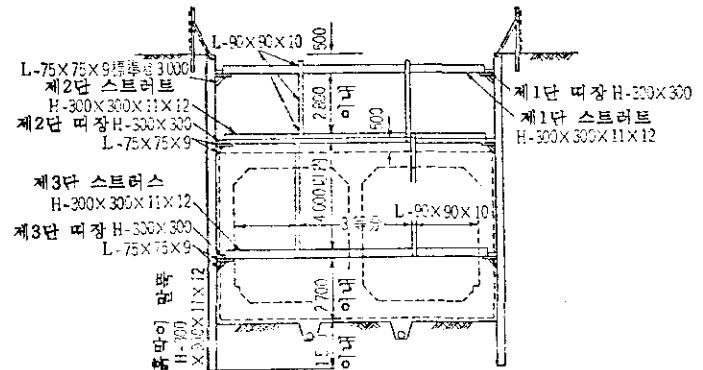
2) 無覆工式

공사의 필요한 개소에 흙막이 공을 실시하고 복공을 하지 않고 굴착하는 것으로서 상부의 교통은 차단되지만 굴착기계, 굴착설비가 간단하게 되고, 공기가 단축되며 공사비가 저렴하게 된다.

흙막이 지지방식으로는 1) 보통트류벽형(breast) 2) 아이랜드 3) 하프 컷 4) 트류앵커 등이 있다.



〈 그림 3-2 〉 素掘式 開削工法



〈 그림 3-3 〉 無覆工式 開削工法

3) 覆工式

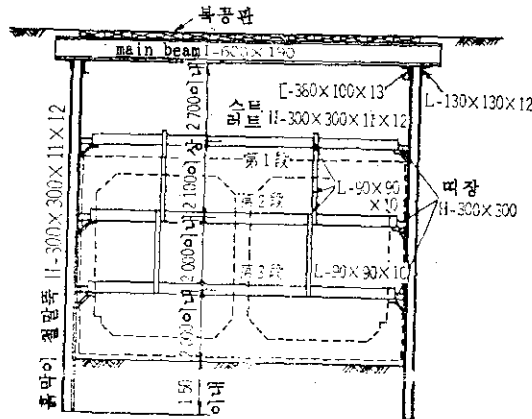
도로교통량이 많은 지역을 굴착할 경우 교통소통을 시키며 시공하기 위해 복공판을 포설하여 복공을 하는 방법을 말한다.

아래 그림과 같이 I 형강이나 H 형강으로 Girder를 걸고 이것의 전단면 또는 필요에 의한 부분에 복공판을 부설, 복공을 하고 하부를 굴착하는 공법으로 개착공법의 표준적 형태이며 본고에서는 이 방식에 의한 시공상의 안전대책을 기술한다.

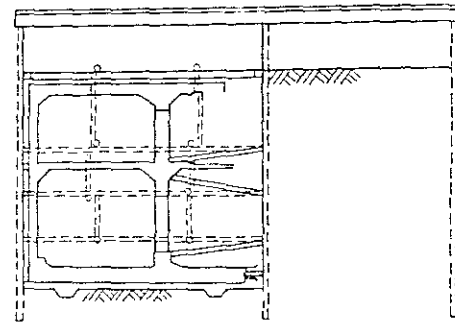
4) 縦割式

정차장이나 노선수가 많고 구조물 축조폭이 넓은 장소, 또한 연약지반이든가 편토압을 받은 장소에서는 전폭을 동시에 굴착하는 것이 곤란하므로 종단방향으로 구축을 분단하여 소단면으로 시공

하는 공법으로서 흙막이공이 발달된 현재에는 그다지 사용되고 있지 않다.



〈 그림 3-4 〉 覆工式 開削工法



〈 그림 3-5 〉 縦割式 開削工法

5) 側溝式

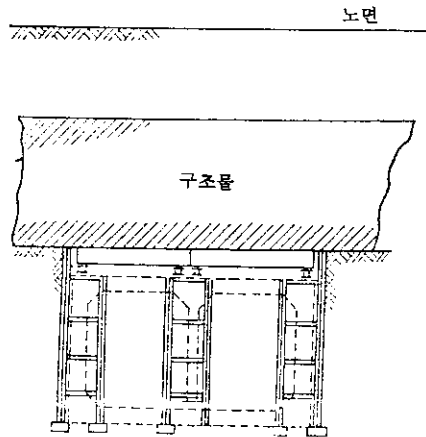
트렌치 공법이라고도 하며 중요 구조물의 하부를 통과하여 굴착하는 경우 전단면을 일시에 굴착할 수가 없으므로 부분적으로 벽측, 기둥으로 나누어 트렌치 컷으로 굴착하여 구조물을 만들고 이것을 지지하여 다른 부분을 굴착하는 특수 공법이다.

6) 표준방식(順卷式)

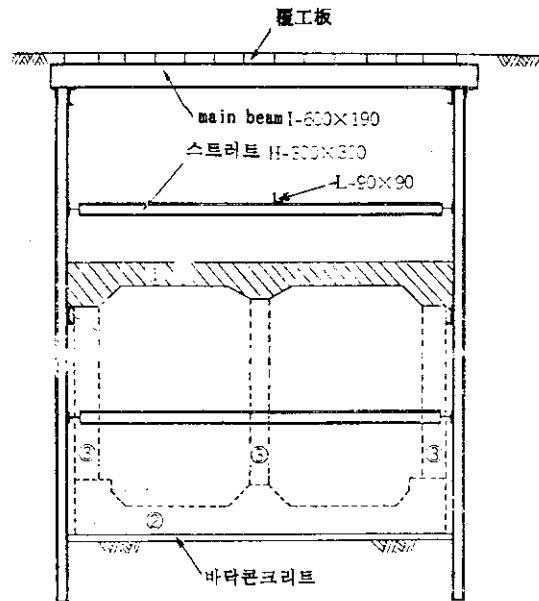
소정의 굴착깊이까지 굴착을 하고 하부에서부터 순차적으로 구조물을 축조하는 것으로 개착공법의 표준이다.

7) TOPDOWN 공법(逆卷式)

굴착을 하면서 상부에 슬래브 콘크리트를 타설하고 Top slab 를 Strut로 이용하여 배면지반의 변형방지와 흙막이 지보공의 안정을 도모하며 하부를 굴착하고 구조물을 축조하는 공법으로서 연약지반이나 건축물의 근접공사 등 특수한 경우에 사용되는 공법이다.



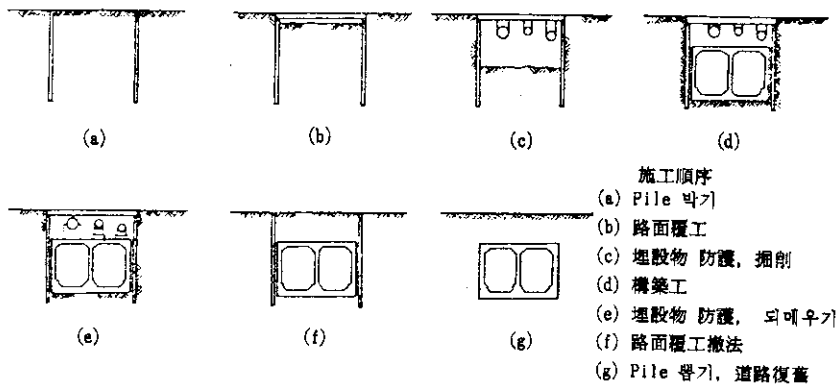
〈 그림 3-6 〉 側溝式 開削工法



〈 그림 3-7 〉 逆卷工法

표준적인 개착공법의 시공순서는 다음과 같다.

- 1) 흙막이 Pile 향타
- 2) 노면복공
- 2) 매설물방호
- 4) 굴삭
- 5) 구축공(구조물축조공)
- 6) 매설물복구
- 7) 되매우기
- 8) 노면복공철거
- 9) 도로가포장
- 10) 흙막이 Pile 뺐기
- 11) 도로복구



〈 그림 3-8 〉 開削工法

3-1. 준비

1) 토질조사

토목공사에서 가장 중요한 조사는 토질조사이며 토질이나 지하수위에 따라 공법이 결정된다. 보링이나 대구경 착공에 따라서 표준관입시험, 샘플링, 간극수압, 입도분포, 최대입경, 지하수위, 투수, 투기시험 등 각종 토질시험을 하여야 하며 산소결핍공기, 유해가스의 발생우려가 없는가 등도 면밀히 조사하여야 한다. 또한 토질조사는 단순히 N 치나 지내력의 조사만이 아니고 토층이 생성되어진 과정까지 검토되어야 한다. 홍적세(洪積世)에 만들어진 홍적층(洪積層)은 선행하층을 1만년 - 200 만년간 받고 있었으므로 지반은 비교적 안정되어 있다. 반면 충적층(沖積層) 모래와 같은 것은 함수비가 높아 N 치 10-30 에서도 비교적 붕괴하기 쉬운 것이 많다.

근년 지표에 가까운 작업에서는 토양이 함유하는 유기물, 무기물의 오수, 응집제, 압기, 산소결핍 등의 영향까지 고려한 토양학적면도 고려되어야 하지만 아직은 제안하는 정도에 그치고 있다.

2) 지하매설물의 조사

공사를 착공하기에 앞서 지하에 매설되어 있는 공공의 매설물을 조사하는 것도 중요하다. 매설물이 장애가 되어 이설을 해야 할 경우에는 공사에 장기간이 소요되는 경우가 많으므로 실제로는 매설물에 손상을 주지 않는 시공법을 이용하여 매설물의 매달기 방호등의 시공을 실시하다. 사전에 소유자 또는 관리자와

충분히 협조하여 대책을 세우는 것이 필요하다.

통상 매설물로는 상·하수도관, 맨홀, 가정용 급배수관, 가스관 (고, 중, 저압), 군사시설, 소화전, 전력케이블, 전신전화케이블, 지하철, 공동구, 지역 온방설비, 지하상가, 기타 지하시설 등이 있다.

3) 지상의 지장물건의 조사

지하매설물과 같이 지상에 대한 지장물건도 충분히 조사해야만 한다. 현재 사용중인 것의 이설, 일시이설, 이전 등에 대해서는 기업이나 관리자의 이해 및 허가가 필요한 것이 많고 그 조정에 시간이 많이 걸린다. 예로서 버스 정차장의 이전에는 회사, 도로 관리자, 경찰, 지역 주민 등의 협력이 있어야 한다.

지상의 지장물건에는 버스 정차장, 우편함, 전주, 지하의 환기공, 가드펜스, 가드레일, 가로수, 중앙 분리대, 보도, 공중전화, 지하철 입구, 교통표식, 신호, 도로표식, 조경시설 등이다.

아울러 연도의 건축물과 주변의 도로, 교량, 연도의 공사에 대한 협력상황 등을 조사하여 둘 필요가 있다. 주요 건축물(학교, 병원, 상점가, 정밀기계공장)이나 영업의 상태 또한 그 환경의 특수여건 등은 시공조건중의 작업시간 조정, 소음, 진동의 대책 등에 중요한 관련사항이다.

지역상가, 주민의 의사도 공사착수 시기와 작업 조건의 결정에 고려되어야 하며 지역의 유래를 알므로써 기후풍토의 특수조건, 지하수의 수맥을 알 수 있다.

4) 교통량의 조사

공사의 공정계획 작성시 작업시간 결정에 교통량 조사가 필요하다. 교통량 조사는 24시간 동안의 자동차 뿐 아니라 보행자의 수량도 조사대상이 되며 주변 각 노선의 시간별(RUSH HOUR), 방향별, 차종별에 따라서도 조사하여야 한다. 조사된 데이터는 소요차선수 결정, 차량소통계획, 노면복공계획, 작업시간 등의 결정에 필요하다.

5) 공사용 부지, 시설의 확보

대규모 공사를 하는 경우 부지의 확보가 시공법의 결정이나 진행에 중요한 요소가 된다. 대규모 굴착에 따른 굴착토사, 다량의 콘크리트 타설에 필요한 최소한의 공사부지를 확보해야 한다. 또한 반출조사, 재료의 반입, 압기기계장치, 설비의 제시설, 현장사무소 등의 부지가 필요하다.

6) 가설 전력설비의 확보

공사의 규모가 크게 되면 가설동력을 증설하는 공사가 필요하게 되는 경우가 많다. 전주, 트랜스, 배선의 증설, 때로는 변전소의 증설까지 필요한 경우가 있는데 이경우 상당한 공사기간이 필요하다. 가설 전력계획, 동력 사용 예정표 등을 예측, 작성하여 준비하여야 한다.

7) 연도 주민의 이해 및 건물조사

연도 주민에게 공사의 설명회를 갖고 이해를 구하여 협조체제를 구축하며, 공사에 의해 발생한 건물피해를 확인한다. 이때

사전에 피해보상을 위한 자료로서 공사 착공전 공사장 주변이나 영향권내 특히 연약지반에서 지하수의 탈수로 인하여 피해가 예측되는 건물의 조사와 사진촬영을 하여 두는 것이 필요하다. 건물조사는 건물 현황도를 준비하고 현재의 손상여부, 균열 등을 기록하고 건물 소유자의 확인을 받아 두는 것이 필요하다.

3-2. 지하매설물 처리

지하철 공사는 각종 시민생활에 직결되는 시설물이 매설되어 있는 지하를 굴착하는 공사로서 부주의에 의한 조그마한 사고도 교통차단, 상수도 단수, 단전, 통신두절 등 시민생활에 큰 불편을 주며 타성적 안이한 대형사고를 유발한 경우 인명이나 재산상 막대한 손실과 공사기간의 지연등 공사추진에 큰 차질을 가져오게 된다.

1) 매설물의 취급

매설물의 취급은 소유자나 관리자의 지시대로 확실한 방법으로 제시된 기준에 의해 취급되어야 하며 시굴, 탐침 등은 충분히 실시하고 또한 매달기 방호는 확실하게 해야 한다.

지표굴착 : 기 조사된 지하매설물 부근을 인력으로 1.5-2m까지 주의깊게 굴착하여 지장물을 노출시키고 침하와 이동으로 인한 파손이 없도록 고정시킨다. 기타 구간도 주형보를 설치할 수 있도록 굴착한다.

주보설치 : 주보(600×200×15×34)는 노면 교통처리를 위한 복공판 설치와 지장물을 매달기 위한 보의 역할을 충분히 할 수 있도록 2m 간격으로 H-Pile에 받쳐 시공한다.

지하매설물의 매달기 및 보호 :

(가) 갱내에 존치하기 어렵고 위험한 지장물은 굴착구간 밖으로 이설한다.

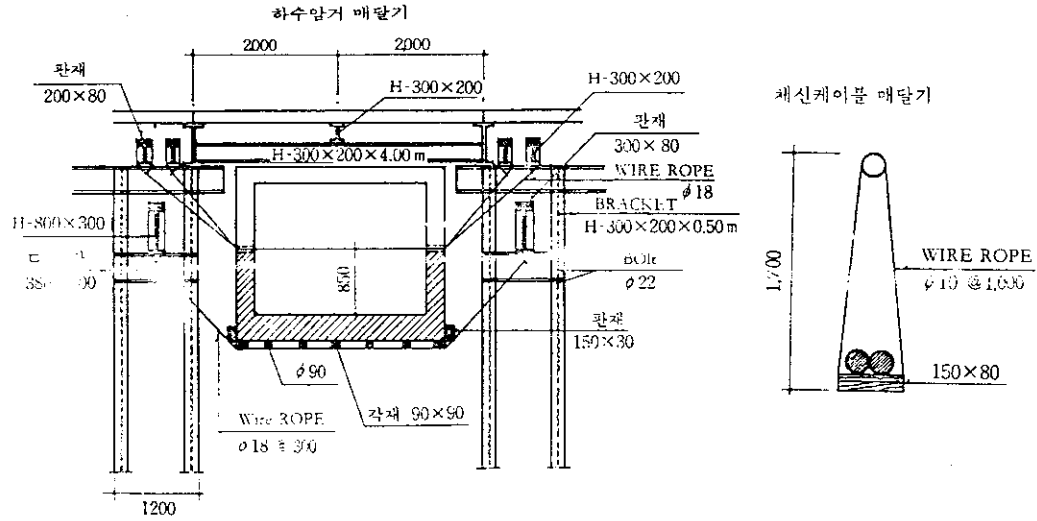
(나) 굴착 구간의 H-Pile과 인접된 하수도는 갱내 굴착시 침하유출되어 갱내로 토사와 함께 유입됨으로써 토류시설 후면에 공동이 발생, 붕괴위험이 있으므로 되도록이면 갱내로 이설하여 보호, 관찰한다.

(다) 대형 하수암거, 노후 하수관, 콘크리트 덕트 등 하중이 과대한 시설물이나 원형보존이 불가능한 지장물은 철제 박스로 유도하거나 케이블 자체만 보존하도록 하고 완료후 복구하도록 한다.

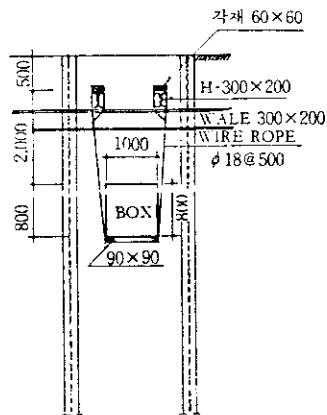
(라) 매달기는 일체의 유동이 없도록 < 그림 3-9 >와 같이 저면에 목재받침목을 바치고 지지 와이어 로우프로 주형보에 매단다.

2) 방호, 근접공사시의 확인

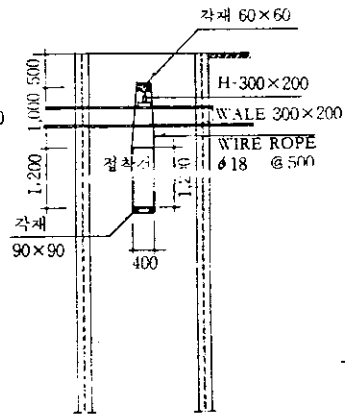
시굴이나 탐침, 근접공사 등에서는 관리자를 통하여 불필요한 관이거나 소요가 불분명한 관 등을 확인 및 지시를 받는 것이 중요하며 또한 정기검정표 및 관리대장을 만들어 관리자를 임명하여 철저히 관리하도록 한다.



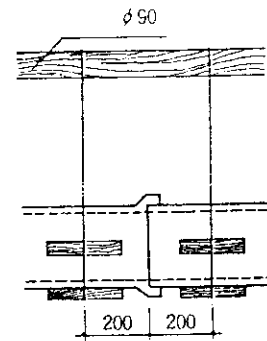
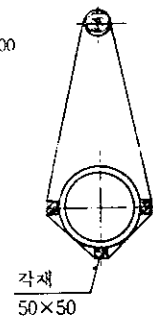
한전고압선박스매달기



한전고압선박스매달기



상수도 매달기



< 그림 3-9 > 지하매설물의 매달기

3) 긴급시의 비상연락망

매설물의 긴급사고에 대비하기 위해 각 관리자 및 담당자의 연락처를 사무소에 비치하고 관계자 전원에게 주지시키며 특히 근접공사의 경우는 공사책임자가 즉시 조치할 수 있도록 한다.

4) 매설물 관리내용의 표식

매달기 방호나 받침방호를 하고 있는 매설물의 관 종류, 내용을 알수 있도록 방호된 관이나 구조물에 일정간격으로 정해진 표식을 부착 설치하여 주의함과 더불어 긴급시 처치를 하기 쉽도록 해 두어야 한다.

5) 진동방지

가스관이나 상하수도관 등과 같이 직접 관에 진동이 전해지면 손상을 입는 것은 복공판의 진동이 직접 전해지는 복공 Girder에 가설해서는 안된다. 복공 Girder와는 별도로 매설물 전용의 매달기 Girder를 가설해야 한다.

가스관의 이음매나 상하수도관의 이음매가 변형이 없도록 관의 종류에 따라서 미리 관의 종류를 변경하던가 미케니컬 조인트 등의 보강이 필요하다. 부득이한 경우에는 이음매의 코킹에 특별한 주의를 하여야 한다.

6) 매달기 방호의 와이어 로우프, 철물, 받침대

그림 3-9에 표시되어 있는 와이어 로우프, 매달기 철물, 받침대의 설치는 느슨하지 않아야 한다. 느슨할 경우는 매달기 방호의 강도가 약해지고 하중의 균형이 깨져 전체적인 파괴를 일으

킬 수가 있고 관에 따라서는 일부 파손의 원인이 된다.

7) 가설받침 파일의 지지력

지층이나 장소에 따라서 가설받침 Pile의 지지력이 부족한 경우가 있다. 대부분 재하시험 등을 생략하는 경우가 많으므로 타서러시 두드림이나 지질에 따라 추정에 주의하여 지지력의 검토가 확실하게 되어야 한다.

8) 받침 Girder의 처짐

복공거더를 사용하는 경우나 전용거더를 사용하는 경우 거더의 처짐에 대해 체크하여야 한다. 복공거더에는 자동차 하중에 의한 처짐과 매달린 매설물의 자중에 의한 처짐이 있다. 전용거더는 매달린 매설물의 자중에 의한 처짐이지만 충분한 검토를 하여야 한다.

9) 매설물의 노후도 조사

매설물중 낡은 주철관, 도관, 콘크리트제 하수관 등은 노후화되어 위험하므로 보강콘크리트 타설, 새로운 관으로의 교체, 관종변경 등으로 보강하여야 한다.

10) 복구시 받침대의 보호

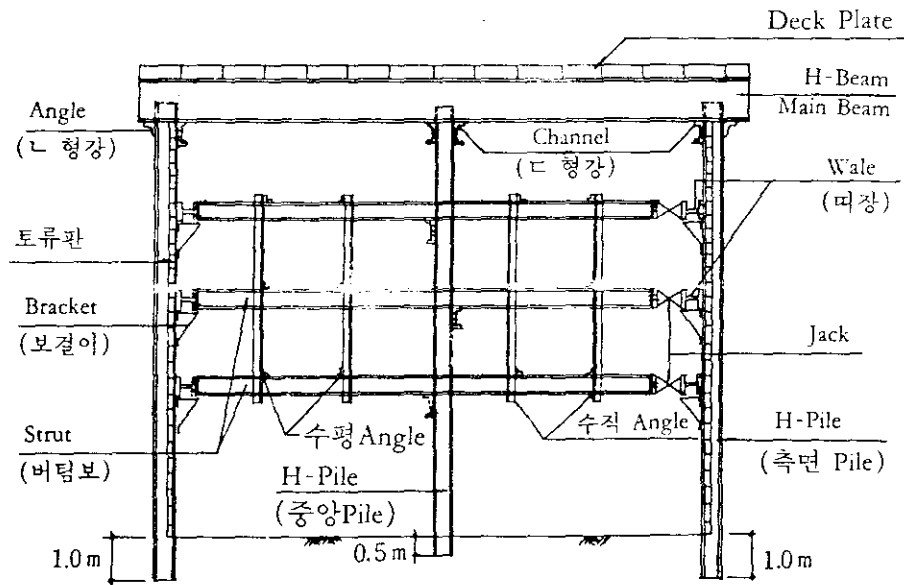
받침방호대는 관과 직각방향으로는 확실한 방호가 가능하나 관과 같은 방향에 대해서는 되메우기시 모래채움이나 물다짐 등에 의해 전도의 위험이 있으므로 이음새나 교차가새 등을 설치하여야 한다.

지하매설물에 대한 안전대책

1. 지하매설물은 통상 그 위치가 도면상에 명시되는데 여러가지 여건으로 그 위치를 벗어나 있거나, 또 기록되어 있지 않는 경우도 있으므로 시가지 굴착 등을 행할 경우에는 감독자의 조언에 따라 매설물의 위치를 어느정도 파악한 후 이를 확인하기 위하여 날카로운 침봉, 구 굴착 등을 이용하여 위치를 정확히 확인하고 작업을 시작하여야 한다.
2. 굴착에 의하여 매설물이 노출되면 반드시 소유자나 감독자에게 확인시키고 상호 협조하여 지주나 지보공 등을 이용하여 안전하고 확실한 방호조치를 취한다.
3. 달방호 또는 매설물의 교체에 있어서는 감독자의 지시에 의하여 관의 배출의 방지 및 누수 또는 가스의 차단 등을 하는 것이 필요하다.
4. 최소 1일 1회 이상은 순회 점검하며 점검에는 와이어로우프의 인장 상태 및 특히 접합부분을 중점적으로 확인한다.
5. 매설물에 인접하여 작업할 경우는 주변지반의 지하수위가 저하되어 압밀 침하될 가능성이 많고 매설물이 파손될 우려가 있으므로 매설물의 관리자와 사전에 충분히 협의하여 방지대책을 강구한다.
6. 가스관과 송유관 등이 매설된 경우는 화기사용을 엄금하여야 하며 부득이 용접기 등을 사용해야 될 경우는 노출여부의 확인과 폭발 방지조치를 취한 후 작업을 한다.
7. 노출된 매설물을 되메움할 경우에는 매설물 관리자와 협의하여 매설물의 보호를 실시하고 설치된 방호책을 제거하며 되메움시는 충분한 다짐을 하고 양질의 토사를 이용하여 서서히 실시함과 더불어 차수를 충분히 한다.

3-3. 흙막이공 (토류공사)

공사의 대형화 추세에 따라 흙막이 공사의 중요성이 점차 높아가고 있으며 특히 지하철 공사는 인구 밀집지역인 도심에서 공사가 진행되기 때문에 조그마한 사고도 간과 할 수 없다. 따라서 흙막이 공사 설계전 지반조건과 공사여건에 따른 공사계획을 충분히 검토하여야 함은 물론 각 과정별 세심한 주의를 기울여 누락됨이 없이 진행되고 가설구조물 설치 후 계속적인 계측과 안전점검을 통하여 보완과 긴급시의 대책을 강구하여야 한다.



< 그림 3-10 >

1) 항타장소의 줄파기

앞의 매설물의 처리에서 언급한 바와 같이 항타장소의 설정에 있어서는 충분한 조사를 하여 사고가 없도록 누차 검토하여야

하며 H-Pile 타설위치에 폭 1.0M, 깊이 1.5M로 반드시 인력으로 굴착하여 지하매설물을 조사한다.

오래된 도로하부는 보통구간보다 매설물이 깊게 매설되어 있으므로 줄파기를 충분한 깊이로 시행하여야 한다.

2) 소음 등 관계관청에의 제출

소음방지조례에 의한 특정 건설기계를 사용할 경우 작업계에 의해 관할구청에 항타기사용 계획계를 제출하고 제한된 시간내에 시공을 해야한다. 진동에 관해서도 수평진동을 내는 항타기는 피해야 하며 산업안전보건법 제48조(유해위험 방지계획서 제출)에 의하여 노동부의 사전 안전성 심사를 받아야 한다.

3) 소음진동 등에 대한 기종의 선정

소음이나 진동에 따른 항타기의 기종을 선정하는 경우 대개는 값이 정해져 있다. Diesel pile hammer는 소음진동이 크며 바이브라 해머는 진동이 크고 때로는 수평진동까지 일으키는 수가 있다. 오거나 보링기에 의한 파일박기는 소음진동은 적지만 시간과 비용이 많이 들고 조인트나 압입파일은 지질이나 환경의 영향에 따라 시공범위가 한정된다. 지중연속벽 공법이나 주열식 공법도 소음진동은 적지만 공기나 비용이 크게 된다.

표 3-1에 건설공사에 따른 각종 기계의 소음 비교표를 참조하여 기종선정을 해야 한다.

〈 표 3-1 〉 건설작업의 소음표

(단위 : dB(A))

기 계 명	측정건수	音源부터 10m의 지점		音源 부터30m의 지점		
		소음 레벨 범위	평균	소음 레벨 범위	평균	
디 젤 햄 머	18	93~112	105	84~103	91	말뚝박기
드 립 햄 머	3	97~108	101	86~ 97	91	말뚝박기
어 스 드 릴	3	78~ 84	81	67~ 77	71	
어 스 오 거	2	68~ 82	75	57~ 70	63	
보 링 머 신	1	83	83	70	70	
베 노 트	2	79~ 82	80	66~ 70	68	
인 팩 트 렌 치	1	84	84	71	71	말뚝박기
바 이 브 로	3	84~ 91	86	74~ 80	77	말뚝박기
파일엑스트랙터	2	94~ 96	95	84~ 90	87	말뚝박기
공 기 압 축 기	11	82~ 98	88	73~ 86	78	공기압축
발 전 기	2	87~ 92	89	78~ 81	79	
콘크리트브레이커	12	80~ 90	85	74~ 80	76	착 압 기
몬 젤	2	84~ 86	85	74~ 72	71	
콘크리트플랜트	3	83~ 90	87	74~ 88	81	
아스팔트플랜트	3	80~102	91	74~ 88	81	

4) 파일의 지내력 및 수직도

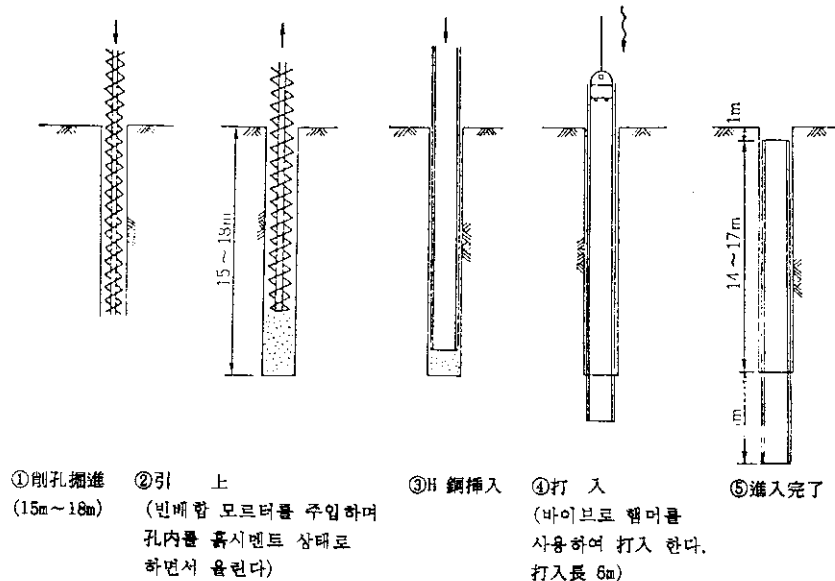
타입된 파일의 마무리, 현장 파일이면 재하시험, 대구경 파일이면 저부의 지내력시험 등 내력을 검토하여야 하며 퍼커슨과 달리 천공파일은 회전해 의해 천공해 나가는 것으로서 아래로 내려가면서 수직도가 유지되지 않으므로 수직도를 충실히 체크하여야 한다. 대개는 천공기계의 설치시 수직도가 정해지는데 레벨 등을 사용하여 수직도를 확인하여야 한다.

5) 벤토나이트 용액의 적정

천공하여 건립하는 파일을 천공하는 경우 천공벽의 보호에 벤토나이트 용액이 사용되는데 이의 배합이 적정치 않으면 공벽이 붕괴될 우려가 있다. 좋은 벤토나이트 용액을 사용하기 위해서는 수시로 그 성질을 체크해야 한다.

벤토나이트의 주요성분은 다음과 같고 시공법의 개략도는 그림 3-11과 같다.

	중량비
물	: 100
벤토나이트	: 2-8
C.M.C	: 0.05-0.20
F.C.L	: 0.10-0.30
비 중	: 1.02-1.15



〈 그림 3-11 〉 천공파일치기 시공법의 개략

6) 말뚝의 지지력 검토

천공파일의 선단 스라임이 남으면 파일의 내력이 현저하게 저해되어 예기된 내력을 발휘하지 못하게 되므로 흙입이나 압축공기 등을 사용하여 스라임을 완전히 제거해야 한다.

말뚝계산의 검토는 물론 타설이 완료된 파일의 지지력 검토는 재하시험 등에 의하여 지내력을 측정해야 한다.

파일은 지반의 슬라이딩이나 파일의 근입장 계산도 충분히 행하여져야 한다.

7) 강시판의 이음상태 및 근입

강시판을 사용하는 것은 차수성을 필요로 하는 흙막이공사의 경우이다. 따라서 이음매가 충실치 않으면 배면토사가 유출되어 붕괴되는 경우가 있으므로 이음매가 충실히 되도록 주의하여 시공하여야 한다. 만약 이음매가 벌어진 것을 발견한 경우 그 외측을 보강하여 토사의 유출을 막는다.

근입장을 길게하므로써 저부 근입부의 전면 저항토압이 크게 되고 안정화 되는 것은 물론 토사의 Sliding, Heaving, Boiling 등에 대해서도 안전하므로 가능한한 긴 근입장이 필요하다.

8) 주열식 지중벽

주열식 지중벽을 시공할 경우 기둥의 부풀음, 휨에 의해 주열이 흐트러지는 경우가 많고 복기하거나 Strut의 설치가 가지런하지 않게 되며 하중의 분산이 이루어지지 않아 위험하게 된다.

9) 벽식 지중벽의 조인트

벽식 지중벽의 경우 보통 4~6m 길이로 시공하므로 특히 니수(흙탕물)의 관리가 필요하게 되고 조인트는 차수성, 시공성, 경제성도 아울러 고려해야 한다.

조인트의 형상, 방법은 여러가지 방법이 고안되어 있고 각각 특성을 갖는 시공법도 여러가지 있으므로 그림 3-12를 참고하여 결정한다.

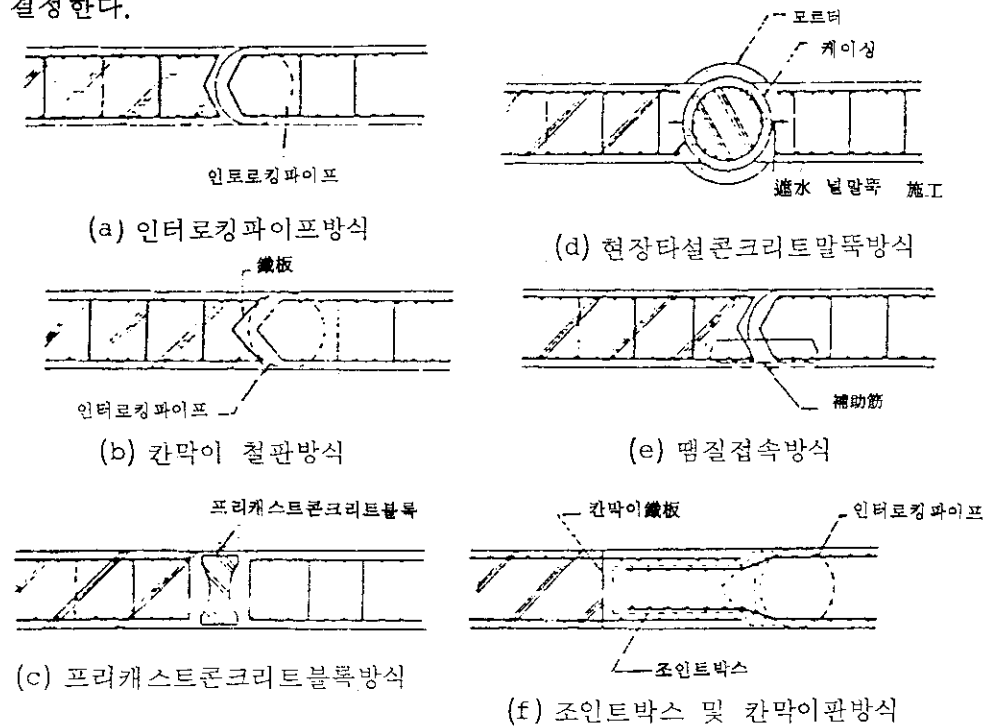


그림 3-12 조인트

연속지중벽 공법의 이점은

- 1) 연약한 지반에 큰 토압을 주며 주변의 침하를 일으키지 않는 강성이 크고 차수성이 우수하다.
- 2) 진동, 소음이 적다.
- 3) 작업 공구가 작아도 작업이 가능하다.

- 4) 본체 구조물로서의 이용이 가능하다.
- 5) 임의 단면에 시공이 가능하다.

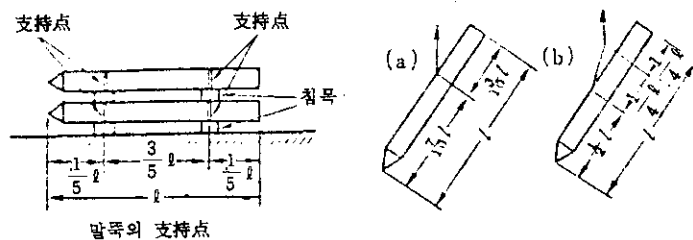
연속지중벽 굴착시 공벽안정은 다음과 같다.

- 1) 점토질 케익의 생성을 모체로 하여 중니수와 토압, 수압과 균형을 이룬다.
- 2) 점토질 케익 자신의 강도에 의해 흙의 강도가 증가한다.
- 3) 형상, 크기에 따라서는 아치작용이 기대된다.
- 4) 안정액이 침투된 부분의 흙의 역학적 성질, 특히 점착력의 증가에 의한 전단저항력이 증가한다.
- 5) 전기적 침투, 젤상의 벤토나이트의 전단저항력, 가이드 Wale의 지보공 효과 등도 기대되지만 대단치는 않다.

항타작업의 안전대책

1. 말뚝을 끌어 올릴 때 햄머 및 수추 등은 반드시 지상으로 내리고 나서 말뚝을 세워야 한다.
2. 타입할 말뚝 등을 탑 정상부에서 직접 와이어 로우프로 끌어서는 안되며 반드시 하부에 부력을 설치하여 끌어야 한다. 이 경우 기계에 무리한 힘이 가해지므로 충분히 주의한다.
3. 말뚝을 끌어올릴 때에는 말뚝의 지지점, 매다는 점을 잘 알아두고 반드시 이 점에 와이어 로우프를 걸도록 한다. (아래그림 참조)

또 말뚝의 상단을 기계의 가장 가까이에 두고 매달아 올리며 말뚝이 흔들려도 리드에 부딪치지 않도록 한다.



〈 그림 〉 말뚝의 지지점 및 매다는 점

4. 말뚝을 리드의 중간에 바르게 매달아 올릴 때에는 이 작업에 관계없는 사람은 전원 적어도 말뚝길이의 2배이상 떨어져 있어야 한다.
5. 말뚝을 매달아 올릴 때에 매다는 점에서 이탈되지 않도록 단단히 고정한다.
6. 말뚝을 항타장소 근처에 두어 매달아올림을 용이하게 한다.
7. 탑의 작업원이 리드의 바른위치에 말뚝을 이끌고 있을 때에는 말뚝과 내측의 가이드 후레임 사이 또는 말뚝의 두부에 손목과 손이 끼이지 않도록 주의한다. 말뚝을 바른 위치에 이끌기 위해서는 로우프를 이용한다.
8. 운전자는 전담신호수로부터의 신호를 확인하고, 올림, 내림을 하며 기타작업은 모두 이 신호에 따른다. 또, 긴급한 경우를 제외하고는 신호수 이외의 사람이 신호하지 않도록 한다.
9. 작업현장을 잘 정리하고 말뚝을 장애물에 닿지 않도록 한다.
10. 매달아 넣을 때에는 말뚝의 매다는 점에 와이어 로우프를 걸며 긴 것은 반드시 2점 걸이로 한다.
11. 말뚝의 인입은 탑의 횡방향이 아닌 정면에서 실시한다.

12. 말뚝, 캡, 햄머 등의 각축이 동일 연직선이 되도록 조정하고 나서 항타한다.
13. 타입중에 말뚝이 흔들리지 않도록 방지장치를 한다.
14. 지반, 지형상황을 고려하여 말뚝의 타입방향을 결정한다.
15. 작업장의 지면이 경사진 경우에는 지면을 파서 말뚝선단을 정위치에 놓는다.
16. 타설도중에 말뚝의 경사를 막기 위해 특히 초기에 자주 교정한다.
17. 쿠션재에 의한 말뚝머리의 보호작용을 과신해서는 안된다.
18. 이음말뚝일 때 상하말뚝의 축선이 구부러져 있지 않은가 확인한 다음에 타입한다.
19. 항타 초기에는 말뚝이 바르게 들어 있는가 그 방향을 확인한다.
20. 항타중에는 항시 말뚝의 침하상황에 주의하고, 항타가 시작되면 쉬지말고 계속 작업을 실시한다.
21. 항타중에도 쿠션재가 손상되거나 가이드 레일, 축봉 또는 리드 등이 구부러지거나 경사진 경우에는 즉시 교환하던가 수리한다.
22. 타격횟수가 많은 경우 쿠션재가 경화되어 그 기능을 상실하는 경우가 있으므로 주의한다.
23. 말뚝지지재와 말뚝간에는 캡의 경우와 같은 쿠션재를 사용한다.
24. 허용하중범위를 넘지 않도록 한다.
25. 감아올리기, 기동, 보행의 각동작을 동시에 행하여서는 안된다.
26. 급격하게 크레인의 동작이 변하는 작업은 행하여서는 안된다.
27. 탑의 흔들림에 주의하여 위험하다고 생각 될 때에는 작업을 중지하고 그 대책을 세운다.

28. 작업이동의 경우 장애물, 연약지반, 지면요철등 이동장소의 상황을 잘 확인하고 타설기계를 최하위까지 내린후 이동을 한다. 횡이동의 경우 탑이 전도되는 사고가 많으므로 특히 주의하여야 한다.
29. 와이어 로우프를 수시 점검한다. 또한 로우프에는 충격동에 의한 인장력이 가해지지 않도록 한다.
30. 지반의 침하가 일어난 경우에는 탑을 후퇴시키고 깔판 등으로 보강한다. 연약지반, 경사면 등에서는 허용하중이 그 만큼 감소하므로 특히 주의한다.
31. 붐, 와이어 로우프 등이 장애물과 고압선에 접촉되지 않도록 주의한다.
32. 인접건물, 부근의 통행자 등에 기름, 배기가스 등이 비산하여 피해를 주지 않는지 확인한다.
33. 인접건물 및 주위에 소음, 진동 등의 영향을 조사하고 필요한 조치를 취한다.

3-4. 노면복공

공공시설물로서 도로 본래의 목적을 달성하고 노면하 공사 목적물을 달성시키기 위해 설치하는 가설물로서 지하매설물의 높이와 맨홀 등을 조사한 후 기존도로와의 경사도를 측정하여 접합부의 포장관계등을 검토한 후 노면복공의 높이를 계산한다.

1) 노면복공판의 종류

복공판은 목재, 콘크리트, 철판, 다크타일 등 여러가지가 있으며, 각각의 용도와 특징에 따라 사용한다. 콘크리트는 미끄럼 방지에 유리하고 다크타일은 설치에 편리하다.

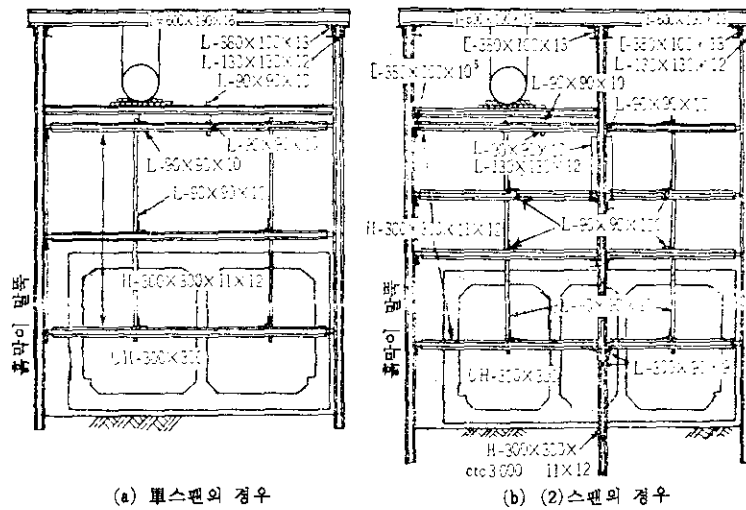


그림 3-13 노면복공의 형식

2) 미끄럼방지

근년에는 복공판 위의 미끄럼 방지를 위해 코팅이나 포장을 하는 것이 요구되고 있다. 코팅포장에는 여러 종류가 있지만, 강력 접착제를 도포하고 세골재를 입힌 것이 많은데 공장가공이 안된 것은 마모가 심하다. 포장은 현장 가설후 세조립포장등 통상 포장과 같은 형태로 하는 것이 많다.

3) 노면보받이

모든 구조에 계산이 필요하지만 노면보받이는 통상 I-900 외
에 I-600 이나 매설물에 따라 I-400, H-300을 사용하는 경우
가 있다. 그 경우의 계산은 신중하게 하여야 하며 또 보받이
찬벨은 I-360, I-300을 사용하는 것이 많다. 매설물이나 장애
물의 상태에 따라 이상적인 상태가 되지 않는 경우가 많으며
하중이 I-360에 치우친 경우가 있으므로 주의를 기울여야 한다.
노면보받이와 보받이의 볼트, 보받이와 파일의 볼트 등도 검토
되어야 한다.

4) 보받이의 볼트체결

가스용접에 의한 천공은 원칙으로 금지되고 있다. 가스에 의
한 천공은 하중의 전달이 정상적으로 되지 않기 때문에 천공기
를 사용하여 정확히 구멍을 뚫어야 한다.

5) 표토제거

노면표토를 제거하는 데는 불도저나 로카 등이 사용되는데 포장
두께에 따라 사용이 분류된다. 또한 포장을 부스는데는 잠보브
레카 등에 의하는데 소음이 심하여, 근년에는 시간과 비용이
많이 들어가긴 하지만 컷터에 의해 가는 눈금을 내어 무소음으
로 포장을 제거한다.

6) 원활한 연결부의 포장

연결부 포장의 요철은 최대 2cm로 규정되어 있다. 요철이 복
공판과 거더에 충격을 주므로 유지관리에 힘쓰고 자동차나 기타

교통이 원만하게 운행되도록 하여야 한다.

- 1) 복공판 Level은 도로 중심에 맞추지 않고 노면에 맞추어야 한다.
- 2) 공사중 기존도로 노면과 복공접합부분의 노면침하가 불가피하므로 보수를 원할하게 하기 위해 복공은 필요한 굴착폭보다 90 cm 가량 넓게 설치한다.
- 3) 복공판과 접속부 노면과의 포장은 7% 이내의 기울기를 둔다.
- 4) 복공판 연결부 공간은 요동이 없도록 보장한다.

노면복공에서의 안전대책

1. 복공판이 요동하지 않도록 받침보면을 고르게 한다.
2. 받침보에의 체결장치에는 여러가지가 있는데 시공중의 보수관리에 편리하도록 배치한다.
3. 복공판의 레벨은 도로중심과 맞추지 않고 보통 노면에 맞추게 된다. 다만, 매설물을 덮는 흙이 얇아서 받침보가 매설물에 장애가 될 때에는 받침보의 설치를 높게 하든지, 특별히 빔높이가 낮은 받침보를 제작하여 사용한다.
4. 복공판은 틈이 없도록 밀착시켜 깔아야 하며 잡물이 섞이거나 자전거의 타이어가 빠지는 등의 위험도 없도록 고려할 필요가 있다.
5. 복공판 위의 차량의 슬립대책으로서는 가급적 에움이 깊은 강제복공판을 사용하는 것이 좋다.

철근 콘크리트제의 복공판은 슬립에 대해 효과적이지만 무거워서 취급이 불편하다. 또한 토사로 에움이 막힌 경우 우천시에는 마찰계수가 상당히 저하되므로 늘 청소해 두어야 한다.

복공은 굴착폭보다 90cm 가량 넓게 가설한다. 이는 공사중에 재래 노면과 접착부분의 노면의 침하가 불가피하므로 그 수리를 수월하게 하기 위함이다.

7. 노면에는 중단 및 횡단물매가 나 있으므로 복공판과 재래노면과의 접촉부에는 단차가 생긴다. 이 단차는 5% 이내의 물매로 아스팔트 콘크리트로 메워버린다. 중단방향은 복공 가설작업의 진전에 따라 덮어버리기와 철거를 연일 반복해야 하므로 복공의 가설계획시 이 양을 가급적 줄이도록 한다.

3-5. 굴 착

1) 인력굴착과 기계굴착의 범위 결정

일반적으로 매설물 부근은 신중하게 인력으로 굴착하고 하부는 기계굴착으로 능률을 올리는 것이 좋다. 그러나 인력보다 기계를 사용하면 능률은 좋지만 경제성 문제가 따르며 토질이나 굴착부분의 상태 즉, 흙막이공 부분, 중간파일 부근, 양수를 위한 부양장 부근은 인력으로 굴착해야 한다. 따라서 인력과 기계의 굴착범위, 능률 등을 고려하여 적산해 두어야 한다.

2) 굴착기종의 선정

굴착기종에는

압토-불도져, 스크레 파, 그레이더

굴착적재-파워쇼벨, 백호우, 휠 엑스카베이터

적재-로더, 트랙터 쇼벨

잔토반출-그래브 바켓, 크람셀

등이 있고 기종과 기종의 조합이나 단독으로 사용하지만 각각의 특징과 현장상태에 따라 선택한다.

굴착시 공정은 굴착, 지상으로의 잔토반출, 운반, 사토의 조합 등으로 이루어지는데 한다. 각각의 장비의 능률이나 사토장의 위치에 따른 이상적인 기종 조합이 이루어져야 한다.

3) 흙막이 지보공과의 작업관련성

일반적으로 굴착하여 내려감과 동시에 Strut, 거더 등 흙막이 지보공을 실시해 나간다. 흙막이 지보공에는 강재와 목재가 있으나 큰 것을 설치해야하므로 지보공간 사이에서 다른 작업을 실시할 수가 없다. 따라서 전체 지보설치와 굴착개소간의 공정 조정으로 원활한 시공이 되도록 해야 한다.

4) 용수의 처리와 히빙, 보일링 방지

용수가 많은 층의 굴착은 용수의 처리가 공사진척에 큰 영향을 준다. 미리 Deep Well 이나 Well Point로 부터 양수를 하든가 굴착하면서 부양장을 만들어 펌프배수를 하는 등의 방법이 많이 사용되고 있다. 부양장의 물은 배수가 잘 되도록 도량을 파서 고인 것을 배수하는 것이 좋고 또 용수가 흙막이 배면의 물과 토사를 갖고 나오지 않도록 감시가 필요하다. 또한 저면 흙의 강도가 없는 개소에서는 흙이 부풀어 오름이나 히빙에 주의하여 계산함과 더불어 압력수가 솟아오르는 보일링에 주의를 게을리 하지 않아야 한다.

5) 沿道에 대한 영향

굴착에 따라 발생하는 토사배면 함몰에 따라 건물경사, 물이 빠짐에 의한 압밀침하, 단수에 따른 지하수의 고갈 등을 조사해야 한다. 함몰에 대해서는 연속벽에 의한 흠막이, 누수에는 복수공법 등의 대책을 세워야 한다.

6) 매설물, 풍수해에 대한 대책

매설물의 회절, 매달기 방호의 결정과 더불어 풍수해의 경우 처리방법을 고려해 둔다.

큰 비나 홍수에 의해 흠막이가 부상한다든가 불안정하게 되는 일이 종종 있다. 이러한 때의 응급조치나 예방대책을 강구해야 한다. 흠막이 판에는 전부를 연결하는 판을 수직으로 치고 펌프의 준비를 하며 긴급용으로 사용할 모래나 시멘트, 목재, 자리, 밧줄 등을 준비한다.

7) 굴착높이, 법면의 기울기

산업안전보건법 및 안전규칙에 굴착높이 및 법면의 기울기가 토질에 따라 정해져 있다. 붕괴사고와 연결되는 무리한 높이와 기울기는 금해야 한다.

규정대로의 기울기에서도 비오는 날에는 법면이 붕괴되는 수가 있으므로 주의해야 한다.

8) 장비운행

과적은 토사를 흘리거나 안전사고의 원인이 되므로 함수비에 알맞은 적재량 및 적재방법을 강구하며, 운반로에는 감시인을

배치하고 도로청소를 한다.

도로에는 공사중 표식과 공사차량 진입구의 표시 등을 두거나
바리케이트 등으로 차량의 출입을 막는다.

9) 갭내 배수

지반에 문제가 있으면 능률이 저하되며 물의 처리가 나빠지면
기초가 약해져 흙막이 붕괴로 연결될 우려가 있다. 피트를 충
분히 굴착하고 여유용량의 펌프를 설치하여 갭내 배수에 만전을
기해야 한다.

10) 부근의 우물이나 하천의 상황

부근의 우물이 마르거나, 불어나든가, 하천의 유입수중에 대해
서도 항상 주의하여야 한다.

11) 굴착지반의 유지

지나치게 굴착하여 성토를 하는 등의 행위는 지내력 약화의
우려가 있다. 기초기준에 도달되면 천천히 굴착하여 원지반이
기초가 되도록 한다.

인력굴착시의 안전대책

1. 안전담당자의 지휘하에 작업하도록 한다.
2. 지반의 종류에 따라서 정해진 굴착면의 높이와 기울기로 진행시
킨다.
3. 굴착면 및 흙막이 지보공의 상태를 주의하여 작업을 진행시킨다.

4. 굴착바닥면의 레벨에 주의하고 한 부분에 치우치지 않도록 한다.
5. 굴착토사나 자재 등을 비탈면 가까이에 두지 않도록 한다.
6. 매설물, 장애물 등에 항상 주의하고 대책을 강구한 후에 작업을 한다.
7. 용수나 유입수가 있는 경우 반드시 배수시설을 한 뒤에 작업을 진행한다.
8. 수중펌프나 벨트 컨베이어 등 전동기기를 사용할 경우는 누전차단기를 설치하고 작동여부를 확인하며 감전사고가 발생하지 않도록 주의한다.
9. 산소결핍의 우려가 있는 작업장은 산업보건에 관한 규칙 제187조 내지 제212조의 규정을 준수한다.
10. 도시가스의 누출, 매탄가스 등의 발생이 우려되는 경우는 화기를 사용해서는 안된다. 또한 이들 유해가스에 대해서는 제9호를 참고한다.

기계굴착시의 안전대책

1. 운전자 및 근로자는 안전모를 착용한다.
2. 운전자외의 승차를 금지시킨다.
3. 운전석에 승강장치를 부착하여 뛰어타고 뛰어 내리지 않도록 한다.
4. 운전을 시작하기 전에 제동장치 및 크러치 등의 정상여부를 반드시 확인하여야 한다.
5. 통행인이나 근로자에게 위험이 미칠 우려가 있는 경우는 유도자의 신호에 의해서 운전하여야 한다.

6. 규정된 속도를 지켜 운전한다.
7. 기계의 사양 이상의 무리한 사용은 금지하며 연약지반의 노면, 비탈면 등의 작업에서는 유도자를 배치시켜야 한다.
8. 기계의 주행로는 충분한 폭을 확보해야 하며 노면이 단단하도록 하고 배수조치를 한다. 기설도로를 이용할 경우 청소에 유의하고 요소요소에 유도자를 배치한다.
9. 시가지등 인구 밀집지역에서는 매설물 등을 확인하기 위하여 인력굴착을 먼저 실시하고 나중에 기계굴착을 실시하여야 한다. 또한 매설물이 손상을 입는 경우는 즉시 현장 책임자에게 보고하고 지시를 받는다.
10. 갯이나 지하실등 환기가 잘 안되는 장소에서는 환기가 충분히 되도록 조치를 취한다.
11. 전선이나 구조물 등에 인접하여 붐을 선회해야 될 작업에는 사전에 방호조치를 강구하고 유도자의 신호에 의하여 작업을 한다.
12. 비탈면 부근에는 굴착된 흙이나 재료 등을 쌓아두지 않는다.
13. 위험장소에는 기계 및 근로자, 통행인이 접근하지 못하도록 표지판을 설치하거나 감시인을 배치한다.
14. 기계를 차량으로 운반해야 할 경우는 원칙적으로 전용 트레일러를 사용하여야 하며 널판지로 된 발판 등을 이용하여 적재할 경우는 기계가 전도되지 않도록 안전한 기울기와 폭 및 두께를 확보해야 하고 발판위에서 방향을 바꾸어서는 안된다.
15. 작업의 종료나 중단시는 기계를 평탄한 장소로 옮겨 바켓 등을 지면에 두어야 하며 부득이한 경우(경사면 등)에는 바퀴에 톱목 등을 친다.
16. 기계는 당해 작업목적 이외에는 사용하지 않는다.

17. 기계에 이상이 발견되면 즉시 수리하고 부속장치를 교환하여야 하며 수리할 때는 안전담당자가 점검한다.
18. 부착물을 들어 올리고 작업할 경우에는 안전지주, 안전블록 등을 사용한다.
19. 작업종료시에는 기계관리 책임자가 열쇠를 보관한다.
20. 낙석 등의 위험이 있는 장소에서 작업할 경우는 기계에 견고한 가드를 설치하며 전조등, 경보장치 등이 부착되지 않은 기계를 운전시키지 않는다.
21. 흙막이 지보공을 설치할 경우는 지보공 부재의 설치순서에 맞도록 굴착을 진행시킨다.
22. 조립된 부재에 기계의 버킷 등이 닿지 않도록 신호자의 신호에 의해 운전한다.
23. 부득이 입체(상, 하)작업을 할 경우 다음에 유의한다.
 - 가) 상부로부터 낙하물(토사, 암석, 공구 등)의 방호설비를 한다.
 - 나) 굴착면 등에 있는 부석 등을 완전하게 제거한 후 작업을 한다.
 - 다) 불용의 기계, 재료, 공구 등을 작업장소에 방치하지 않는다.
 - 라) 작업은 충분한 감시하에 진행한다.

3-6. 지보공

흙막이 지보의 형식은 굴착방식, 지지조건 등에 따라 여러 형식으로 분류되며 안전성, 경제성, 현장여건에 따라 필요한 보조방법을 조합하여 가장 적합한 공법을 선정한다.

1) 지보공의 선택

지보공에는 띠장과 Strut 등을 사용한 내압형과 어스 앵커와 같은 인발력을 이용한 것 두가지가 있다. Strut는 목재나 철재를 사용하고 어스 앵커는 P.C 강선, P.C 강봉이 주로 사용된다. 어스 앵커는 주변의 구조물 하부에 설치될 가능성이 있고 최근에는 그 철거가 비교적 간단하게 되었는데 작업성, 경제성, 안전을 등에서 재검토가 필요하다.

2) Strut 의 설계

토질에 따라 토압이 걸리는 방향이 다르다. 삼각토압, 사다리형 토압이 있으며 각각 Strut의 위치에 걸리는 토압의 값에는 차이가 있다. 토압은 흙이 활동에 따라 토압이 걸리는 면에 차이가 있고, 역으로 수압과 같이 전면에 걸쳐서 작용하는 것도 있으며 토압+수압, 토압 만의 경우도 있다. 또한 흙막이에 따라서 토압이 걸리는 방향이 달라진다. 이러한 점을 고려하여 거더를 설계하여야 한다.

3) Strut 가설시기

토압이 연속하여 걸리는 것은 굴착시점에서 흙막이에 토압이 가해져 휨이 발생한다. 이 값이 크게 되지 않도록 조기에 토류벽을 설치하고 Strut를 설치한다. 지보의 Strut가 없는 것, 장시간 굴착한 채로 방치하여 둔 곳에서 토압이 걸리는 것은 좋지 않다.

4) 토압의 전달

토압이 토류벽에 걸리고 띠장을 따라 Strut에 완전히 전달되고 있지 않으면 Strut나 H 형강에 부분적 파괴가 일어나고 이어서 흙막이 전체의 붕괴가 예상된다. 먼저 흙막이벽의 토압을 H 형강에 전달하는 데에는 H 형강과 흙막이 파일 사이에 공극이 있으면 안된다. 콘크리트를 치는 중에 의해 H 형강이 연속되어야 한다.

또한 H 형강에 가해진 토압이 Strut에 바르게 전달되는 데는 틈새가 있어서는 안되는 것은 물론이지만 Strut에 작기를 걸어 선행하중을 주어 Strut를 고정하도록 한다. 선행하중에 따라 Strut의 압축력이 작용하게 되어 확실한 지보공이 된다.

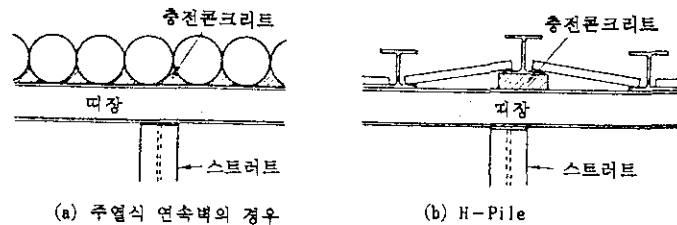


그림 3-14 충전콘크리트

5) Strut 위에는 기계, 재료 등을 놓지 않도록 한다.

Strut는 양측의 토압을 지지하는 장주이다. 따라서 기계, 재료를 얹어 하중을 주면 좌굴을 일으켜 흙막이벽의 이동, 붕괴를 초래한다. 갱내에 재료적치가 필요하므로 재료의 적치장으로 사용될 수 있지만 이때 충분한 주의를 요한다. 또한 밑에 물건을 매달아 두는 것도 금지하여야 한다.

6) 흙막이 앵커의 계산

어스 앵커는 반드시 확인시험을 한다. 현실적으로 인발시험을 해보아 확인하는 것이 중요하며 이것을 무시해서는 안된다. 어스 앵커는 10개중 1개가 파괴에 이르도록 인장시험을 하는 것 외에 각각에 대해서도 계산된 값까지 인장시험을 하는데 이론상의 값에 여유율(통상 1.5-4.0)을 갖도록 해야 한다.

어스 앵커는 대개 경사보링을 하여 설치하므로 토질에 따라서는 지반과의 사이에 간극이 발생하는 일이 있고 굴착에 따라서 앵커의 정착장에 영향을 미치는 것이 있다.

7) 앵커의 착공

앵커는 흙에 정착이 가장 중요하고 주위를 거칠게 해서는 안되므로 삭공은 시즈관을 사용하여 뿔아내면서 모르터를 주입하는 것이 바람직 한다.

지보공에서의 안전대책

1. 작업순서를 전작업원에게 주지시킨다.
2. 작업구역 내에는 관계자 이외의 출입을 금지시킨다.
3. 보호구를 착용토록 하며 필요에 따라 로우프를 사용한다.
4. 상하에서의 동시작업을 피하며 부득이한 경우 신호 등으로 상호 연락을 취하면서 작업해야 한다.
5. 토류판, 버팀보, 띠장을 대는 시기가 지연되지 않도록 한다.
6. 버팀보, 띠장 등은 브라켓 등으로 각각 토류판, 중간지지말뚝에 확실히 매달아야 한다.

7. 버팀보, 띠장 등은 휘거나 뒤틀림이 생기지 않도록 조립한다.
8. 토류판과 띠장 사이에 틈이 있으면 썰거나 모르터, 콘크리트 등을 넣어 밀착시킨다.
9. 버팀보의 접속부 및 교차부는 덧판을 대고 볼트 및 너트로 연결하거나 용접 등으로 견고히 한다.
10. 재료, 기구, 공구 등을 올리고 내림에 있어서 버팀보, 띠장, 중간지지말뚝에 접촉시 손상시킬 우려가 없도록 주의한다.
11. 버팀보의 위에 재료, 기계 등을 실을 때에는 명시된 하중을 초과하지 않도록 주의한다.
12. 재료, 기구 등을 올리고 내릴 때는 포대 및 로우프를 사용한다.

Strut 上 작업의 안전대책

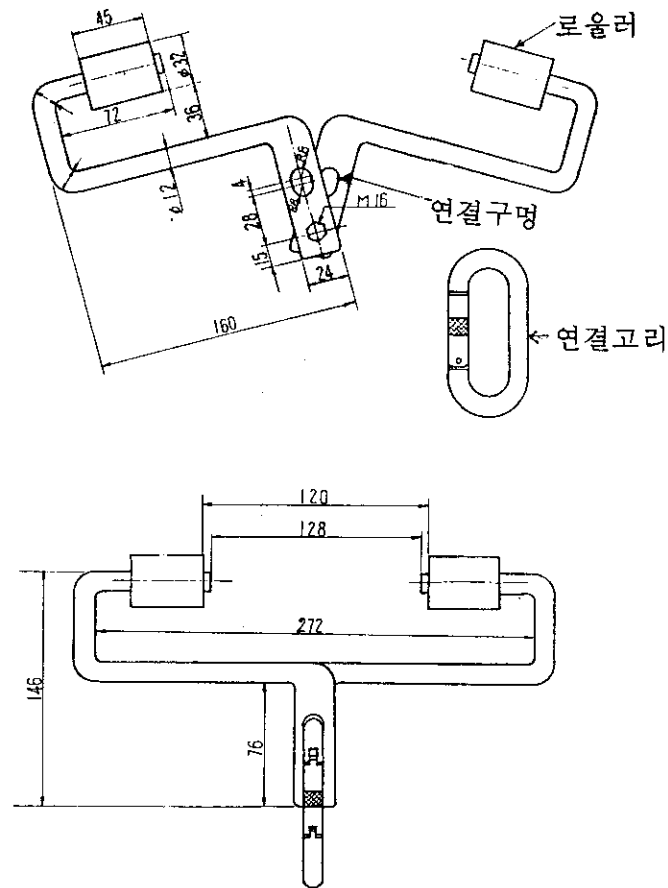
개착식 공사구간에서 항시 중대재해의 위험성을 가지는 작업으로 Strut 위에서의 작업 또는 통행을 들 수 있다.

이러한 경우 작업통로를 만들어 사용하는 것이 원칙이나 부득이 Strut 위를 통행하여야 하는 때는 지지로우프를 설치하고 안전띠를 착용해야 하며 안전네트를 설치하는 것이 필요하다.

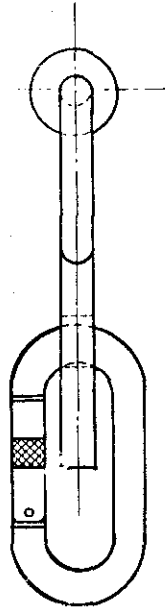
그러나 실제로는 아무런 안전조치가 없는 상태에서 작업자가 Strut 위를 횡단하는 예를 흔히 볼 수 있으며 이때 추락하여 중대재해가 발생된 예가 적지않다.

이러한 문제에 대한 대책으로서 Strut 위를 안전하게 통행할 수 있도록 고안한 안전띠 걸이를 아래 그림에 제시하였다. 이 안전띠 걸이는 작업자가 휴대하고 다니다가 필요할 때 쉽게 사용할 수 있도록 구조가 간편하며 경량으로 설계되었다.

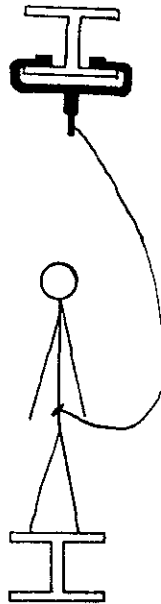
사용방법은 이 안전띠 걸이를 통행하고자하는 Strut 상단의 Strut (H beam)에 설치하고 여기에 안전띠를 걸어 사용한다. 안전띠 걸이는 쉽게 접거나 펴지며 이 장치의 연결구멍에 안전띠를 연결하기 위한 고리를 채움으로써 펴짐이 방지된다. 또한 안전띠 걸이에는 로울러가 부착되어 있어 이동시 전혀 불편함을 느끼지 않도록 고려되었다.



(안전띠 걸이의 정면도)



(안전띠 결이의 측면도)



(안전띠 결이의 사용방법)

3-7. 구조물 축조공

개착공법에서 구조물 축조의 시공순서는 아래와 같으며 대체로 형식은 박스형 라멘구조가 많다.

- ① 기초부설 자갈
- ② 기초부설 콘크리트
- ③ 측부방수보호 모르터
- ④ 저부 및 측부 방수층
- ⑤ 저부방수보호 모르터
- ⑥ 구축 철근콘크리트
- ⑦ Top Slab 방수층
- ⑧ Top Slab 보호 콘크리트

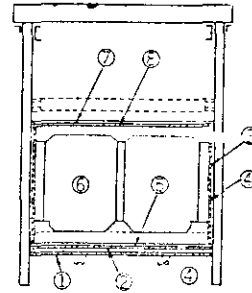


그림 3-15 구축의 시공순서

최근에는 방수공법의 변화에 따라 상기공정에 상당한 변화가 있고 또한 굴착직후 즉시 구조물 축조를 실시하고 되메움을 하는 것이 필요하다.

1) 기초부설 자갈의 다짐

굴착지면에 이르면 물 때문에 기초가 부석부석해지거나, 더 파내려가 되메움을 하거나 하여 기초가 연약해지는 경우가 많다. 일단 물을 제거하여 건조하게 하고 기초에 자갈을 부설하는데 다짐을 잘하고 확실하게 해두는 것이 필요하다. 또한 기초의 물을 집수하기 위해 부설된 자갈중에 구멍난 도관을 넣고 집수관을 부설하여 두는 것이 필요하다.

2) 기초부설 콘크리트

기초부설 콘크리트는 대개 방수층 밑에 그대로 방치되므로 편

평도에 이상이 없도록 하고 면고르기 모르터 시공을 하고 방수 직전에는 습기가 없도록 건조상태를 유지해야 한다. 이는 통상 사용되는 아스팔트 방수나 모르터 방수의 질이 좋도록 하기 위함이다.

3) 아스팔트 방수

아스팔트 방수는 통상 2~3층의 겹방수로 마무리하게 된다. 각 층간에 공기가 들어가면 방수성능이 저하되고 파괴의 원인이 된다. 이러한 현상은 열공법이나 냉공법 모두에 있을 수 있으므로 각별한 주의를 요한다.

〈 표 3-2 〉 방수공 분류

	공 법	접 착 재	재 료
아스팔트방수	열 공 법	프론아스팔트 아스팔트콤밴드 고무 동식물유 합성수지	아스팔트-펠트 아스팔트-프랑 아스팔트 해산 모래불임-평 금속섬유 유리섬유 합성섬유
	냉 공 법	스레트 아스팔트 아니온계 카치온계	
	시트방수	브칠고무 브칠고무 염화비닐 또는 고무 모르터	브칠 EPT 브칠 고무 염화비닐 폴리에틸렌

4) 모르터 방수

모르터에 약품을 넣어 방수를 하는데 모르터는 건조수축에 의한 균열이 발생하기 쉽고 배합, 물의 양, 직사광선 등을 고려하여 방수하여야 한다.

5) 고분자계 시트 방수

고분자 시트 방수의 접합은

- 1) 인두로 용접하는 방법
- 2) 용제를 이용하여 접합하는 방법
- 3) 접착제를 사용하여 접합하는 방법 등이 있는데 접착면에 수분이나 모래, 토사 등이 없도록 주의해야 한다.

6) 도막방수

고분자 재료나 아스팔트류를 밑에 도막하고 구체표면에 피막을 형성시키는 방수인데 방수막의 두께를 일정하게 하지 않으면 파괴될 우려가 있다.

7) 구축철근 조립

구축철근 조립시 철근위를 걸어가거나 하중을 가하면 철근이 아래로 처지고 조립의 정도가 나쁘게 되며 콘크리트 타설에 문제가 된다.

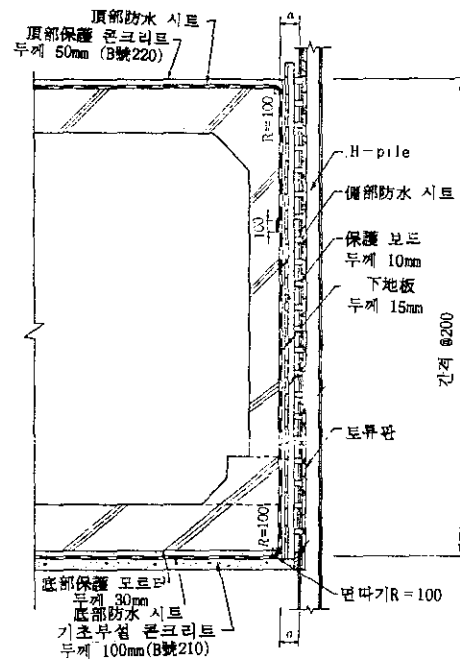
8) 형틀 지보공의 강도계산

일반적인 형틀 지보공이라 해도 계산에 의한 검토를 하여야 한다. 콘크리트 타설속도, 1회 타설높이, 콘크리트 배합 등에

따라서 계산은 매우 달라지게 된다.

9) 콘크리트의 분리

지하구조물이므로 수밀성이 높은 콘크리트를 만들어야 한다.
그러므로 슈트는 재료분리가 일어나지 않도록 배치하고 가능한
균등하게 세워 올리도록 하고 바이브레이터를 충분히 활용하여
다짐을 해야 한다.



< 그림 3-17 > 터널 횡방향 냉工法 방수공사의 예

콘크리트공사의 안전대책

1. 타설순서는 계획에 따라 실시한다.
2. 콘크리트의 운반, 타설기계는 설치작업시 그 성능을 확인한다.

3. 콘크리트 운반, 타설기계는 사용전, 사용중, 사용후 점점에 소홀함이 없어야 한다.
4. 콘크리트를 한 곳에만 치우쳐서 부어 넣으면 거푸집 전체가 기울어져 변형되거나 밀려나게 되므로 특히 주의한다.
5. 바이브레이터는 적절히 사용되어야 하며, 지나친 진동은 재료분리가 일어나 거푸집 도파의 원인이 될 수 있으므로 주의한다.
6. 콘크리트를 치는 도중에는 지보공, 거푸집 등의 이상유무를 확인하고, 감시자를 배치하여 이상 발생시에는 신속히 처리토록한다.
7. 손수레는 붓는 위치까지 천천히 운반하여 거푸집에 충격을 주지 않도록 붓는다.
8. 손수레는 적당한 간격을 유지한다.
9. 손수레에 의해 운반할 때에는 뛰어서는 안되며, 통로구분을 명확히 하여야 한다.
10. 운반통로에 방해가 되는 것은 즉시 제거토록 한다.
이상의 사항 이외에 펌프차에 의해 콘크리트를 타설하는 경우는 아래의 사항에 대해서도 유의하여야 한다.
11. 레미콘차와 펌프차를 적절히 유도하기 위하여 차량안내자를 배치한다.
12. 강풍, 악천후시에는 시공을 중지한다.
13. 펌프배관용 비계를 보강하고 점검한다.
14. 펌프배관 지지대 및 연결부를 점검한다.
15. 펌프차의 배관상태를 확인하며 레미콘차와 펌프차, 펌프차와 호스 선단의 연결작업을 확인한다.
16. 공기압송방법의 펌프차를 사용할 때는 콘크리트가 비산하는 경우가 있기 때문에 이를 주의하며 타설한다.

17. 콘크리트가 비산하는 경우를 대비하여 타설부위 아랫쪽의 사람통행을 제한한다.
18. 호스선단이 요동하지 않도록 확실히 붙잡고 타설한다.
19. 콘크리트를 낙하시켜 타설하거나 횡류시키지 않도록 한다.
20. 펌프차내의 잔여콘크리트는 지정된 장소에서 처리하며, 공공하수구에 콘크리트가 직접 유입되지 않도록 주의 한다.

3-8. 되메우기, 노면복구

1) 되메움 토사의 선정

되메움 토사는 입도분포가 양호한 사질토의 토사를 사용하여야 하며 함유되는 실트의 양 및 물다짐시의 함수량에 따라서 강도가 크게 좌우된다.

2) 매설물 주변의 다짐

측벽주위나 매설물 주변의 되메움은 특히 느슨하게 되기 쉽다. 콤팩트등 소형의 장비를 사용하여 최대한 다짐효과를 크게 하고 되메움층을 얇게 하여 인력다짐으로 하며 특히 입도 분포가 양호한 토사를 사용하여야 하고 물다짐의 경우 최적함수비를 넘지 않도록 한다.

3) 파일뽑기

파일을 뽑은 후의 작은 구멍은 물다짐하기가 매우 어렵지만 봉 등을 사용하여 잘 다지면서 함수량에 따라 충진을 충분히 해야 한다. 만일 불완전하게 되면 토사가 이 공간으로 이동하

면서 노면침하의 원인이 되는 수가 있다.

4) 노면복공의 철거

노면복공 후 수년이 경과한 것이 많으므로 철거가 곤란한 경우가 많고 갑작스런 비나 포장재료의 미비 등에 의하여 공정을 그르치게 된다거나 아침 러시아워 시간에 노면교통을 방해하여 혼란을 발생시키는 수도 있다.

작업의 난이도, 작업원의 수, 시간 등을 충분히 검토하여 작업범위를 결정할 필요가 있다.

5) 노면포장

재래의 노면 및 장래의 노면계획, 양측면 지보의 설치 등을 고려하고 가복구평면, 종횡단면, 시공순서 등에 대해서 시공계획을 세우고 사전에 도로관리자와 협의하여 시행하여야 한다.

6) 파일뽑기

매설물의 복구시에는 상부의 하중(토사 및 자동차 하중)에는 충분한 강도를 갖도록 지지되고 있는가, 하부로부터 들어올리는 힘에는 거의 저항이 없도록 설치되고 있는가, 파일뽑기에 따라 절단파손된 잔널이나 앵글이 들어올려져 매설물을 들어올리는 것과 파일인발시의 주변마찰에 의해 주위의 토사가 들어 올려지는 것 등 매설물에 손상을 주는 것이 있으므로 인발하면서 충분한 배려가 필요하고 불가한 경우는 그대로 매몰시킨다.

4. 결 론

지하철 건설공사는 여러분야의 기술이 종합되어 이루어지는 것으로서 토목공사 가운데서도 가장 많은 재해의 요인을 가지고 있다고 말할 수 있다. 또한 근래에 정부의 주택건설 부양책에 힘입어 건설경기가 유래없이 활발해졌고 그에 따른 부작용으로 경험이 부족한 미숙련 근로자의 작업장 투입에 의해 재해발생의 위험성이 한층 증가되었다.

이와같이 여러가지 어려운 상황 속에서 지하철 건설재해를 감소시키기 위해서는 보다 다각적이며 면밀한 안전대책이 요구된다. 다시 말해서 안전관리체제의 확립, 작업자의 안전교육실시, 개인 보호구의 지급 및 착용, 안전작업방법의 준수, 안전시설의 설치 등이 어느 공사에서도 보다는 철저히 이루어져야 하겠다.

본문에서는 지하철 공사에서의 재해를 감소시키기 위한 연구의 일환으로 지하철 건설재해의 현황분석과 개착식 공법에서의 안전작업방법 등에 대하여 논의를 하였다.

지하철 건설재해의 현황분석에서 근로자의 근속기간이 짧은 경우 재해를 많이 입으며 개착식 공사구간의 경우 자재운반, 조립 및 가공 또는 다른 위치로 이동하는 과정에서 용접공, 잡부, 철골공 등이 협착, 전도, 추락하여 재해를 입는 경우가 많은 것으로 나타나고 있다.

기인물로 볼 때는 강재의 취급중에 가장 재해빈도가 크며 기계기구에 의한 재해비율도 큰 것을 알 수 있다.

결국 지하철의 건설에 있어서는 재래형 재해가 빈발하고 있으며, 안전작업방법의 준수가 무엇보다 중요함을 보여주고 있다.

한편 지하철 공사의 안전작업방법에 관해서는 작업공정별로 구분하여 논의하였으며 특히 중대재해의 위험을 늘 안고 있는 Strut上에서의 작업 또는 횡단시에 편리하게 이용할 수 있도록 고안된 안전띠걸이에 관해서도 소개하였다. 이러한 안전장치는 앞으로도 계속 연구개발이 이루어져야 하며 또한 이들이 실제작업에서 널리 사용될 수 있도록 지도하는 것이 중요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 서울특별시 지하철공사, 서울지하철1호선 건설지, 서라벌인쇄(주), 1989. 12
2. 서울특별시 지하철공사, 서울지하철2호선 건설지, 서라벌인쇄(주), 1989. 12
3. 서울특별시 지하철공사, 토목시공(지하철3·4호선), 1986. 6
4. 서울특별시 지하철공사, 토목시공(가설재공사 시공관리), 1987
5. 서울특별시 지하철공사, 토목시공(지하매설물 복구공사 실무참고), 1988. 6
6. 서울특별시 지하철공사, 안전일반관리, 1986. 12
7. 노동부 국립노동과학연구소, 지하철공사의 산업재해분석, 1983. 7
8. 横田高良・栗原和夫, トンネル・地下鐵工事, 山海堂, 1981.2
9. 建設業労働災害防止協會, 切取工事の安全, (株)洋文社, 1979. 6
10. 小橋澄治外, 地すべり・崩壊・土石流, 鹿島出版會, 1981. 1
11. 이윤원, 지하철 건설안전 왜 절실한가?, 안전보건지, 한국산업안전공단, 1991. 9

여 백

부

록

여 백

부 록 I 지하철 (1, 2, 3, 4호선) 건설중의 사망재해

구 분	공 사 기 간	연장거리 (km)	사망자수 (명)	km당 사망자수 (명 / km)	비 고
제		117.9	133	1.12(평균)	—
1호선	1971. 4. 12 ~1974. 8. 15	9.9	17 (추정)	1.7	서울지하철 1호선 건설지 P. 731, P. 141참조
1호선	1977. 10. ~1984. 4. 30	48.8	44	0.9	서울지하철 2호선 건설지 P. 1056, P. 1036참조
3호선	1980. 2. 29 ~1985. 10. 18	28.9	38	1.3	지하철공사 자료
4호선	1980. 2. 29 ~1985. 10. 18	30.3	34	1.1	"

부 록 II

지하철 공사의 주요 안전점검 사항

分野別	工 種	着 眼 事 項
1 · 假 設 鋼 材	말 뚝	○ 側壁말뚝의 변형 · 中央말뚝 좌굴 및 X-브레싱 設置 與否
		○ 미근입말뚝 노출 및 이어내리기 方法 遵守與否
		○ 항타記錄簿 作成與否 및 미근입 標識狀態
		○ 말뚝간격적정 및 補強狀態
	토 류 관	○ 토류관 材質 및 規格
		○ 말뚝間隔超過(2미터 이상) 區間의 토류관보강 및 離脫防止시설
		○ 토류관설치 및 撤去時期 適定與否
		○ 長期間 放置狀態의 토류관 狀態(변형, 부식)
		○ 토류관 배면공동 發生與否
	띠 장	○ 띠장과 말뚝사이에 힘을 전달할 수 있는 밀착쇄기 設置狀態및 材料(外力分布 및 강성유지)
		○ 띠장부의 措置狀態
		○ 띠장과 버팀보 接合區間의 補強材設置 必要 與否
		○ 쇄기 및 補強材外 材料 및 規格適正 與否
	버 팀	○ 버팀보 단부제작 狀態(직각, 鐵板)
		○ 버팀보, 작키, 띠장의 연결부 이완 및 긴결상태
		○ 작키 點檢과 기름치기(應力傳達에 무리가 없도록)
		○ 버팀보設置 및 間隔適正與否(作業口, 軟弱地盤, 지 장물구간, 土壓不均衡 區間)
		○ 곡선區間設置 方法과 단부밀착여부

分野別	工 種	着 眼 事 項
	보	○ 軸方向(土壓) 荷重以外の 荷重傳達與否 (자재적치, 우각부등)
		○ 挫屈防止와 강성유지 狀態(수평, 수직, 앵글設置)
		○ 버팀보 撤去時 보강버팀목설치 및 적정간격 및 規格維持
	우 각 보	○ 화타設置方法 適正與否
		○ 버팀보에 힘이 전달되도록 不良施工與否
	복 공 관	○ 편탄성(振動) 및 틈發生與否
		○ Stopper 位置 適正 및 脫落與否
		○ 開口部 危險施設 設置與否
	주 형 보	○ 振動 및 충격의 輕減措置與否
		○ X-브레싱 設置 位置와 熔接個所 脫落與否
		○ 特殊區間 전도防止措置 必要與否
		○ 주형보 및 C-形鋼긴결 措置與否
	공 동 사 항	○ 볼트구멍은 Drill 천공여부
		○ 再使用되는 鋼材 事前 精密檢査 履行與否
		○ 큰 부재와 작은 부재 熔接時 熔接長 유지여부
		○ 변형된 個所의 보강방법 적정여부
		○ 이음부 및 단부 不良施工與否
		○ 工事管理用 假設鋼材施工 現況圖 作成與否
2 · 土 工	굴 착	○ 부력工程에 의한 先進굴착구간 遵守與否
		○ 버팀보設置計劃과 聯關 굴착 및 사용중기 適正與否 (作業空間)
		○ 소단設置 및 물돌리기方法 適正履行與否
		○ 굴착저면이하 設置되는 집수정 굴착방법 適正與否(말뚝주변등)

分野別	工 種	着 眼 事 項
		연약지반 및 地下水 다량용·출구간 施工 方法 適正與否(토류공 차수공법등)
	사 면 保 護	사면보호 및 工法適正與否(터널발진기지, 工區境界 工事, 始終點)
	岩 盤 發 破	천공수, 길이, 間隔, 장약량의 周邊與件에 適合與否
		발파진동을 勘案한 1회발파공수의 適正與否 (연발금지)
		지발뇌관사용 단수와 뇌관의 連結方法(竝列 또는 直列 適正與否)
		- 발파시 岩石비산防止를 爲한 保護施設 履行與否 - 發破從事員의 安全守則 遵守與否 - 화약의 受領, 장진, 發破時 화약주입의 取扱, 警察 官立會與否
3 · 地 下 埋 設 物		- 地下埋設物 매달기 狀態의 適正與否(로프의 間隔 및 規格박클의 조임 완충목재 삽입) - 上·下水道, 가스관의 接合部 및 곡관부의 補強狀態 - 上·下水道, 가스관의 제수변位置, 제동방향속지 狀態와 제수변 “Key” 保管 與否) - 굴착구간외에 敷設된 上·下水道의 補強與否 (地盤沈下) - 下水道 通水斷面適正與否 및 移設된 下水道 連結部 施工狀態 - 上水道 保溫狀態 - 通信管路, 電力線等の 保護狀態(管路破壞分)
4 · 地		- 遮水工法の 適正與否(地質條件) - 遮水工法 施工時 周邊下水道에 Slime 流入與否 - 地下水用 용출개소의 土砂流出與否(空洞現狀發生

分野別	工 種	差 眼 事 項
下 水 處 理		招來)
		○ 周邊地盤 沈下與否(地下水 脫수로 인한 壓密沈下)
		○ 굴착구간내 地下水誘導處理狀態
		○ 예비양수기 確保와 停電時에 대비 油類使用 양수기 確保與否
5 . 工 事 周 邊		○ 가설울타리 整理, 整頓狀態
		○ 各種標識板 設置와 交通案内員 配置
		○ 夜間保安燈, 警告燈, 誘導燈, 作業燈 設置狀態
		○ 터널區間內 換氣施設
		○ 歩行人 安全通行路 確保와 作業場內 接近 防止施設 設置狀態
		○ 現場內 資料 整理, 整頓狀態(쓰레기, 廢資材搬出)
		○ 下水道 浚渫
		○ 沿道邊 建物の 被害狀態와 補修狀態(點檢記錄 維持)
		○ 降雨時 노면수 坑內流入防止와 노면수 誘導施設狀態
		○ 工事場周邊 소파補修狀態와 복공과 접속區間 鋪裝 狀態(7%以內)
6 . 安 全 管 理		○ 危險物 保管場所 및 管理狀態와 消火施設 備置與否 (油類, 酸素, 火약등)
		○ 熔接機, 誘導動力線 및 전원스위치등의 管理狀態
		○ 危險物取扱者에 對한 安全教育 實施與否 (重機操縱 員 包含)
		○ 作業場內 安全通路 및 墜落防止, 點檢通路 設置狀態
		○ 非常連結網 備置狀態
		○ 危險防止 및 緊急復舊用 備蓄資料確保狀態
		○ 安全專擔制 體系와 點檢事項 處理與否
		○ 安全帽 着用與否

“인간존중”
“무재해 산업사회 창조”

지하철공사 공정별 안전작업방법에 관한 연구(토건 91-081-3)

— 개착식 공법 —

발 행 일 : 1991. 12.

발 행 인 : 원 장 金 元 甲

연 구 자 : 책임연구원 朴 一 哲

연 구 원 崔 在 眞

발 행 처 : 한 국 산 업 안 전 공 단
산 업 안 전 보 건 연 구 원
토목·건축연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

T E L : (032) 518-6484

인쇄 : 금강문화인쇄 (02)279-6901

〈비매품〉