

# 橋梁工事 동바리 作業安全 研究

1994. 12. 31



한국산업안전공단  
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION  
산업안전연구원  
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

# 제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 “ '94 산업안전연구” 사업의 일환으로 수행한  
교량공사 동바리 작업안전 연구 - 건설공사 안전시설물 표준화 연구 - 에  
대한 최종 보고서로 제출합니다,

1994. 12. 31

주관 연구부서 : 산업안전연구원

토목.건축연구실

연구수행자 : 책임연구원 박 일철

연구참여자 : 책임연구원 안 홍섭

선임연구원 최 순주

## 머 리 말

건설업 재해는 정부 및 관련 업계 관계자의 노력에 의해 점차 감소되는 추세를 보이고 있으나 금년들어 중대재해 발생 동향을 보면 전년 대비 30% 이상 증가되는 현상을 보이고 있는바 가일층 현장 작업안전의 노력이 요구되고 있습니다.

당공단 및 산업안전 연구원에서는 건설재해예방을 위한 다각적인 활동을 하고 있으며 3대 재해 절감을 위해 건설현장 관리 및 안전시설물에 대한 조사 연구 및 기초 연구사업을 수행하고 있으며, 특히 저비용 고효율 산재예방기법으로서 건설업 재해예방을 위한 “건설재해 예방할 수 있다” 등의 자료를 보급 시공단계에서 뿐만 아니라 공사의 계획, 설계단계부터 근원적인 대책의 강구를 도모하며, 또한 산특회계에 의한 3,000억원을 재해예방 사업에 지원하거나 투자하는 등 활발한 사업을 시행하고 있습니다.

이러한 사업의 일환으로서 대형 토목공사 특히 교량 건설공사의 거푸집 및 동바리의 도괴사고가 빈발 됨에 따른 교량공사 거푸집 및 동바리 시공에 따른 안전작업 방법에 관한 연구를 수행하게 되었습니다.

본 연구가 교량 건설공사의 설계, 시공계획, 시공중 각각의 단계에서 시공 감리나 감독 및 관련업계의 기술자 등에 참고가 되어 교량공사 거푸집 및 동바리 시공시의 붕괴.도괴 재해예방에 기여하기 바랍니다.

’94년 12월 31일

산업안전연구원장 서 상 학

# 목 차

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 제 1장 서 론 .....             | 1  |
| 1. 연구의 목적 .....            | 1  |
| 2. 연구 기간 .....             | 4  |
| 3. 연구 범위 및 방법 .....        | 4  |
| 4. 용어의 정의 .....            | 5  |
| 제 2장 동바리 설계 및 시공계획 .....   | 10 |
| 1. 동바리 구조 형식 .....         | 10 |
| 2. 공사계획을 위한 사전조사 .....     | 12 |
| 가. 지형조사 .....              | 12 |
| 나. 주변 구조물 등에 의한 영향조사 ..... | 12 |
| 다. 지반조사 .....              | 13 |
| 라. 기상조사 .....              | 13 |
| 3. 동바리 설계계획 .....          | 13 |
| 가. 거푸집 및 동바리의 설계 .....     | 13 |
| 나. 거푸집 및 조립도의 작성 .....     | 14 |
| 다. 시공성의 검토 .....           | 14 |
| 라. 안전성의 검토 .....           | 14 |
| 4. 거푸집 및 동바리의 시공계획 .....   | 15 |
| 가. 공사관리 .....              | 15 |
| 나. 시공계획서의 사전평가 .....       | 16 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 제 3장 시 공 .....                  | 17 |
| 1. 동바리 기초시공 .....               | 18 |
| 가. 기초 지반 조사 .....               | 19 |
| 나. 직접기초의 시공 .....               | 20 |
| 다. 기설구조물을 이용한 기초시공 .....        | 21 |
| 라. 말뚝기초 시공 .....                | 22 |
| 마. 부래킷용 앵커의 시공 .....            | 23 |
| 2. 동바리 조립 작업 .....              | 23 |
| 가. 거푸집, 지주, 부래킷 및 발침보의 조립 ..... | 24 |
| 나. 동바리의 이음 및 접합부의 시공 .....      | 28 |
| 다. 솟음(CAMBER) .....             | 32 |
| 라. 조립도의 검토 및 시공정도 .....         | 34 |
| 3. 콘크리트 타설 .....                | 36 |
| 가. 콘크리트 운반 .....                | 36 |
| 나. 콘크리트 타설순서 .....              | 37 |
| 다. 콘크리트 타설전·타설중 동바리의 점검 .....   | 41 |
| 4. 해체작업 .....                   | 42 |
| 가. 해체시기 .....                   | 42 |
| 나. 해체순서 .....                   | 43 |
| 5. 가설기자재의 관리 .....              | 45 |
| 가. 가설기자재의 관리 .....              | 46 |
| 나. 기성가설재의 종류별 점검표 .....         | 47 |
| 제 4장 결 론 .....                  | 53 |
| 참 고 문 헌 .....                   | 55 |

# 그림 목차

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| [그림1-1] 동바리 각부의 명칭 .....                  | 7  |
| [그림1-2] 받침보의 일체화 .....                    | 9  |
| [그림2-1] 동바리 구조형식 .....                    | 11 |
| [그림3-1] 법면보호 .....                        | 21 |
| [그림3-2] 압축파괴 된 기초 콘크리트 .....              | 21 |
| [그림3-3] 앵커볼트의 결속 .....                    | 23 |
| [그림3-4] H형강 교차부 보강 .....                  | 29 |
| [그림3-5] 재키의 사용시 보강 .....                  | 30 |
| [그림3-6] 수평연결재, 사재의 부착 .....               | 31 |
| [그림3-7] 거푸집 변형을 최소로 하기위한 타설방법 .....       | 37 |
| [그림3-8] 단순보의 타설 .....                     | 38 |
| [그림3-9] 3경간 연속보의 경우( $L_c < L_s$ ) .....  | 38 |
| [그림3-10] 3경간 연속보의 경우( $L_c > L_s$ ) ..... | 39 |
| [그림3-11] 3경간 연속보의 경우 .....                | 40 |
| [그림3-12] 콘크리트 타설순서 .....                  | 40 |
| [그림3-13] 파이프썬포트 .....                     | 47 |
| [그림3-14] 휨량의 측정 .....                     | 47 |
| [그림3-15] 진폭 .....                         | 47 |
| [그림3-16] 강관틀 .....                        | 49 |
| [그림3-17] 휨의 정도 판별 .....                   | 49 |
| [그림3-18] 중지보빔(peco girder) .....          | 50 |
| [그림3-19] 브래킷의 구조 .....                    | 51 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| [그림3-20] 고정형 받침 철물 .....   | 51 |
| [그림3-21] 조절형 받침 철물 .....   | 53 |
| [그림3-22] 변형 부식된 예 .....    | 53 |
| [그림3-23] 재키의 구성 .....      | 54 |
| [그림3-24] H형강의 도시 .....     | 55 |
| [그림3-25] 클램프의 구성도 .....    | 56 |
| [그림3-26] 접합용 리벳트의 변형 ..... | 56 |

## 표 목차

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 표 1.1 도로 및 철도교량의 붕괴 사고 .....      | 2  |
| 표 1.2 국내의 교량사고 사례 .....           | 3  |
| 표 3.1 지반의 허용지지력 .....             | 19 |
| 표 3.2 허용 처짐량 .....                | 32 |
| 표 3.3 단순보의 반력, 휨모멘트, 처짐 계산식 ..... | 33 |
| 표 3.4 이음매의 변위량 .....              | 34 |
| 표 3.5 동바리 시공 확인점점 항목 .....        | 35 |
| 표 3.6 휨모멘트의 추이 .....              | 41 |
| 표 3.7 처짐량 추이 .....                | 41 |
| 표 3.8 거푸집 존치기간 .....              | 43 |
| 표 3.9 파이프써포트의 부위별 판별 .....        | 48 |
| 표 3.10 강관틀의 부위별 판별 .....          | 49 |
| 표 3.11 중지보빔의 부위별 판별 .....         | 51 |

|        |                         |    |
|--------|-------------------------|----|
| 표 3.12 | 브래킷의 부위별 판별 .....       | 52 |
| 표 3.13 | 고정형 받침 철물의 부위별 판별 ..... | 52 |
| 표 3.14 | 조절형 받침 철물의 부위별 판별 ..... | 53 |
| 표 3.15 | 재키의 부위별 판별 .....        | 54 |
| 표 3.16 | H형강의 부위별 판별 .....       | 55 |
| 표 3.17 | 철골용 크램프의 부위별 판별 .....   | 56 |



# 제 1장 서론

## 1. 연구의 목적

교량 건설공사는 기본계획, 기본설계, 실시설계, 시공, 사용(유지관리), 파괴 등의 과정으로 이루어지는데 교량 건설공사의 붕괴사고를 예방하기 위하여는 무엇보다도 기본계획 및 기본 설계단계에서부터 광범위한 분석과 검토가 이루어져야 한다.

일반적으로 교량 건설공사는 크게 하부공사와 상부구조 가설공사로 나누어지고 공정에 따라서 그 작업의 성질이 상당히 다르므로 재해의 종류도 비교적 다양하게 나타나고 있다.

교량의 하부공사에서는 연약지반을 대상으로 하는 경우가 많으므로 假coffer dam의 도괴, 케이슨 시공상의 재해, 흙막이 지보공의 도괴와 같이 대규모인 재해 가능성이 높다.

또한 상부구조의 가설 시에는 고소작업이 주체가 되므로 추락재해가 매우 많이 발생하고 있으며 PC교의 장소打 방식의 경우는 대규모인 거푸집 및 동바리공을 이용하므로 동바리의 붕괴·도괴 재해가 문제가 되고 있으며, precast girder의 가설공사에서는 대형 양중설비를 이용하므로 크레인·데릭 및 관계 설비에 의한 재해가 많다.

실제로 교량사고의 원인을 조사한 결과를 보면 외국의 교량 붕괴사고 원인과 우리나라의 것과는 상당한 차이가 있는 듯하다. D.W.Smith가 1847년과 1975년 사이에 발생한 143개의 도로 및 철도교량의 붕괴원인을 분석한 결과는 표 1.1과 같다.

건설도중의 사고는 표 1.1에서 보는 바와 같이 주로 거푸집(formwork)사고, 가설구조(temporary structures : 가설교각 등), 건설중의 초과하중, 충격 및 충돌

에 의해 발생한다.

표 1.1 도로 및 철도교량의 붕괴사고 원인 분석

| 원 인                    | 갯 수 |
|------------------------|-----|
| 홍수나 지반 변동              | 70  |
| 부적절한 재료나 결점이 있는 재료의 사용 | 22  |
| 초과하중이나 충돌사고            | 14  |
| 부적절한 가설구조나 시공순서        | 12  |
| 지진                     | 11  |
| 부적절한 설계                | 5   |
| 바람                     | 4   |
| 피로                     | 4   |
| 부식                     | 1   |

국내의 경우에도 표 1.2에서 보이는 바와 같이 사용중 파괴된 교량은 매우 드물고 대부분이 건설 도중에 가설공사에서 붕괴사고가 많이 발생하였으며 그 중에서도 거푸집 및 동바리 붕괴사고가 대부분으로 교량 건설공사 사고의 주원인이 되고 있다.

교량 건설공사에서의 동바리 도괴재해는 대형의 물적 피해는 물론이고 다수의 희생자를 동반하는 중대재해가 된다.

이러한 대형구조물의 붕괴사고는 건설사업의 발전에 가장 큰 장애요소라고 할 수 있다. 경제적손실과 인명피해 등의 직접적인 손실만이 아니고 건설분야에 대한 사회인식의 악화, 심리불안, 국제적인 위상 등 간접적인 영향도 크기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 교량 건설공사 가설구조(temporary structures) 시공도중에 일어나는 거푸집(formwork) 및 동바리 사고의 붕괴 및 도괴재해 예방을 위한 안전활동에 효과적으로 활용할 수 있도록 기초적 이론 및 방법을 제시함을 목적으로 한다.

표 1.2 국내의 교량사고 사례

| 교 량 명        | 위 치               | 사고발생년도 | 알 려 진 사 고 원 인                                               |
|--------------|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------|
| 양 화 대 교      | 서 울               | 1960년대 | 바닥판 양생 중 차량하중 통과와 당인리 발전소용 터빈통과로 사용중 상부재시공                  |
| 대전 3경간 연속아치교 | 경부고속도로 대전과 대전터널사이 | 1970년대 | 시공순서, 가설재문제로 시공중 완전붕괴                                       |
| 남영동육교        | 서 울               | 1970년대 | 차량충돌로 사용중 붕괴                                                |
| 안 양 철 교      | 안 양               | 1970년대 | 사용중 심한 지반 침하                                                |
| 성 산 대 교      | 서 울               | 1970년대 | 충돌에 의한 동바리파괴로 시공중 일부구간 파괴                                   |
| 영 동 교        | 서 울               | 1980년대 | 동바리 침하로 시공중 붕괴                                              |
| 선 운 교        | 서 귀 포             | 1980년대 | Eye bar 절단으로 시공중 붕괴                                         |
| 산천RCT형 교     | 서 울               | 1980년대 | 홍수로 상부구조가 사용중 유실됨                                           |
| 88올림픽대교      | 서 울               | 1980년대 | 시공중 입체교차로 확장부에서 동바리문제로 일부구간 붕괴                              |
| 팔 기 교        | 신 안 군             | 1980년대 | ILM시공에 의한 교각의 변위로 교각기초 보강                                   |
| 팔 당 대 교      | 경 기 도             | 1991년  | 풍속 32m/s의 국부적 돌풍으로 시공중 가설재의 붕괴, 수화열로 인한 주탑의 심한 균열 발생        |
| 신행주대교        | 경 기 도             | 1992년  | 가교각 주위의 전단파괴와 가교각 파괴의 연쇄반응으로 시공중 붕괴                         |
| 창 선 대 교      | 남 해 군             | 1992년  | 교각우물통 기초의 손상으로 사용중 붕괴                                       |
| 성 수 대 교      | 서 울               | 1994년  | 철골구조물(트러스)의 연결편과 H빔이 심하게 부식된 상태에서 과중한 하중에 의한 피로 누적으로 연결편 파괴 |

## 2. 연구 기간

1994. 1. 1 - 1994. 12. 31

## 3. 연구 범위 및 방법

거푸집은 콘크리트 구조물을 소정의 형상, 치수로 성형하기 위해 사용되는 가설구조물로서 건축공사에서는 지주를 포함하여 거푸집으로 사용되고 있으나 본 연구에서는 거푸집과 동바리를 구별하여 거푸집을 지지하는 가설구조물을 동바리라 하며 장선과 명애재를 동바리 부재에 포함한다.

또한 연구의 대상이 되는 동바리의 구조형식은 거푸집을 지지하는 주된 골조의 구조에 따라 지주식 동바리, 보식 동바리로 분류하였다.

이러한 거푸집 및 동바리는 공사의 규모, 공사내용에 부합되도록 각종의 구조형식이 개발되어 사용되고 있으나 본 연구에서는 표준적인 규모의 교량 하부구조 및 상부구조의 건설에 있어서 현장타설 콘크리트에 의해 시공되는 거푸집 및 동바리의 조립, 해체 등의 공사계획, 동공사의 시공에 있어서의 안전상 고려되어야 할 일반적인 사항을 중심으로 하였다.

또한 실제 현장에서 사용되는 용어와 관련 법규, 각종 설계시방서, 기술서적 등에 용어가 통일이 되지 않아 혼란스러움을 야기하고 있으므로 부재의 명칭 등에 사용되는 용어를 정의하여 보았다.

연구수행 방법으로는

첫째 국내 및 외국의 설계규정 분석

둘째 국내 및 외국의 연구보고서 및 시공사례 분석

셋째 각종 교량 가설공법의 개요 및 시방사항 검토

넷째 시공중인 교량의 실태조사를 통한 일반 및 특기 시방사항을 검토하고 가설구조, 지반공학, 기초공학, 수문학, 건설장비 관련 국내외 문헌을 검토함으

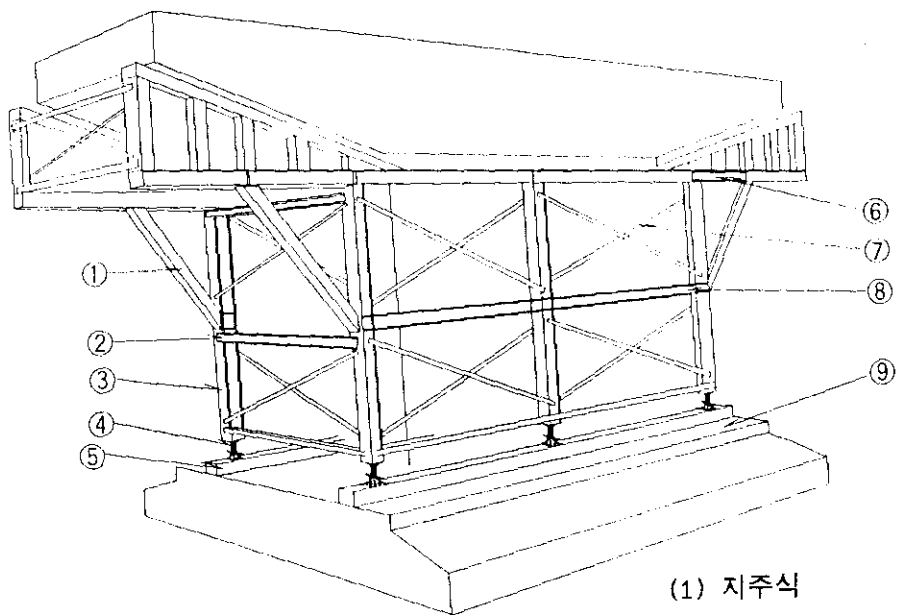
로서 동바리공의 시공시 발생될 수 있는 재해요인을 도출하여 각각의 시공단계별로 고려해야 할 안전대책을 기초적인 이론과 경험공식의 이용방법, 현장실험을 통한 경험치 등을 관련문헌에 의해 발췌 제시한다.

#### 4. 용어의 정의

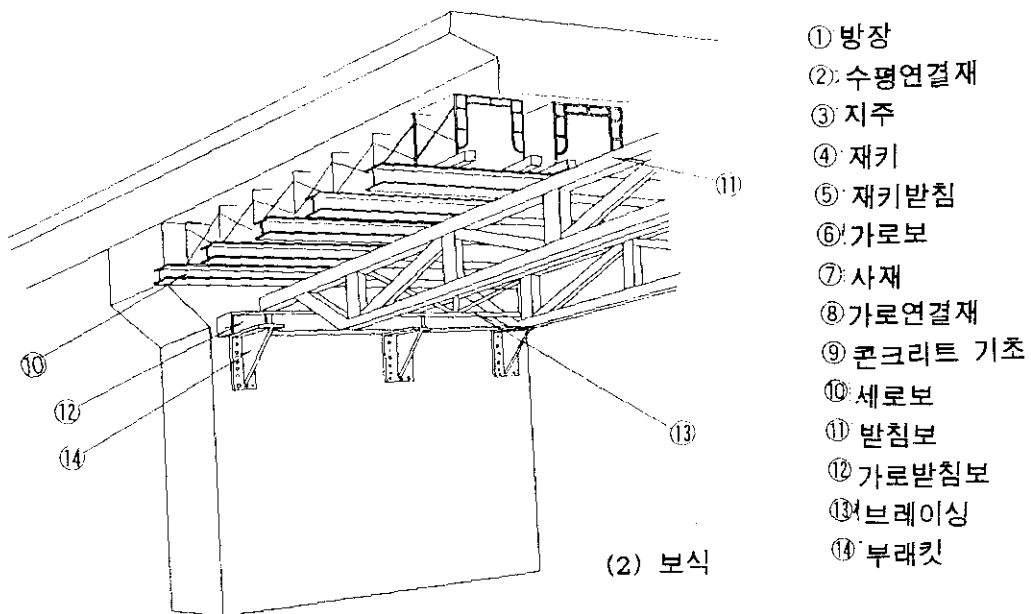
국내 건설현장에서 사용되고있는 거푸집 및 동바리의 각부의 명칭은 이제까지 건축이나 토목의 관련 법규, 각종 설계시방서, 시공업체의 건축이나 토목공사 용어 등에서 통일이 되지 않아 혼란스러움이 있으므로 본 연구에서는 [그림1-1]에 도시한 부재의 명칭 등에 관한 용어를 정의하여 통일을 기하도록 하고자 한다.

1. 거푸집 : 타설된 콘크리트를 소정의 형상, 치수로 성형하기 위한 것이고, 거푸집널, 띠장, 체결철물 등에 의해 구성된 것을 말한다.
2. 동바리(지보공) : 거푸집을 소정의 위치에 고정하거나 지지하기 위한 가설구조물로서 장선, 명에, 띠장, 보, 지주, 기초 등으로 구성된다.  
가) 지주식 동바리 : 지반 상에 조립된 지주에 의해 거푸집을 지지하는 동바리를 말한다.  
나) 보식 동바리 : 거푸집을 보에 의해 지지하는 동바리를 말한다.
3. 거푸집 널 : 거푸집의 일부로서, 콘크리트 면에 직접 접하는 목재 또는 금속제 등의 널류를 말한다.
4. 수직띠장, 수평띠장 : 거푸집의 측거푸집 널에 대어서 보강하는 부재를 말하고, 세로방향으로 대는 부재를 수직띠장, 가로방향으로 대는 부재를 수평띠장이라 한다.
5. 장선 : 거푸집 바닥의 거푸집 널을 지지하는 부재를 말한다.

6. 멩에 : 장선을 직접 지지하는 보재로서 지주식 동바리의 지주(재키포함)를 지지하는 보부재나 또한 보식 동바리로서 받침보에 지주를 사용하지 아니하고 직접 거푸집을 지지하는 경우 장선재를 직접 지지하는 보재를 말한다.
7. 지주 : 부하 되는 하중을 지지하도록 수직으로 세우는 부재를 말한다.
8. 받침보 : 보식 동바리를 구성하는 주된 부재로서 양단부가 가로보 등의 지지 물에 의해 지지된다. 받침 보에는 일반적으로 중량지보빔, H형강재의 Truss식 빔 등의 기성제품이 사용되어 진다.
9. 가로보 : 지주식 동바리의 지주, 보를 지지하는 받침용 보를 말하며 받침보를 지지하는 보부재를 가로받침보, 지주식 동바리의 지주하단을 지지하는 보부재를 지주받침보, 재키를 지지하는 보부재를 재키받침보라 한다.
10. 세로보 : 보식 동바리로 받침보 위에서 거푸집을 지지하는 경우 그 지주 하단 부를 받치는 보부재를 말하며 멩에, 지주 받침 보와는 별도로 한정하여 세로보라 한다.
11. 부래킷 : 교각에 직접 앵커볼트 등으로 설치, 세로 보를 직접 지지하는 받침용 부재를 말한다.
12. 수평 연결재 : 지주, 보의 수평이동과 좌굴을 방지하기 위해, 지주와 지주사이, 보와 보사이 등을 연결하는 수평부재를 말한다.
13. 가로 연결재 : 지지받침보를 지지하기 위해 교각에 따라 교축 직각방향에 배치되어 지주와 지주를 상호 연결시키기 위해 설치되는 가로 연결재를 말한다.
14. 사재 : 지주, 보의 수평이동과 좌굴을 방지하기 위해 동바리의 수직구면에 설치하는 부재로서 수평연결재, 받침보, 지주 등에 경사지어 부착



a) 지주식 동바리



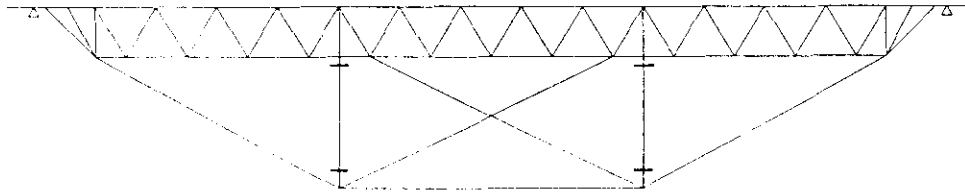
b) 보식 동바리

[그림 1-1] 동바리 각부의 명칭

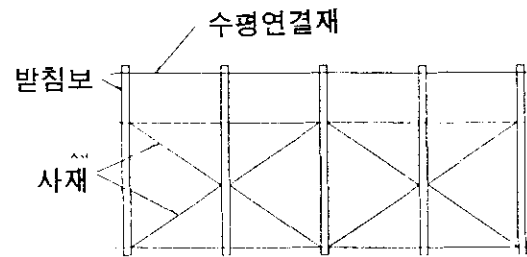
되는 부재를 말한다.

15. 수평사재 : 사재와 같은 역할을 하는 것으로 지주와 지주사이, 보와 보사이 등을 연결하기 위해 수평연결재, 보재 등에 대해 비스듬히 교차하여 설치하는 수평부재를 말한다.
16. 방장(方杖) : [그림1-1]에 보이는 것과 같이 교축 직각방향에 켄터레버 형식으로 뺀어진 콘크리트 보 등의 거푸집을 하부에서 지지하기 위해 지주 또는 기존의 교각에 비스듬한 부재를 받침보, 세로보 등에 부착시켜 지지하는 부재를 말한다.
17. 횡전도 방지구조 : 보의 횡전도 방지를 위해 보와 보를 서로 수평연결재, 사재, 수평사재 등에 의해 연결한 구조를 말하며 [그림1-2]에 보이는 바와 같이 수평면, 수직면을 결속하여 일체화시키고 특히 받침보 상에 지주식 동바리를 설치하는 경우이나 받침 보의 형고가 높은 경우에는 필수적인 부재이다.
18. 재키 : 동바리의 높이 조정 또는 하중제거 등을 위해 지주 등의 하단 또는 상단에 설치하는 재키를 말한다.
19. 조절재 : 동바리의 높이와 부재 상호간의 각도 조정을 위해 이용하는 부재를 말한다.

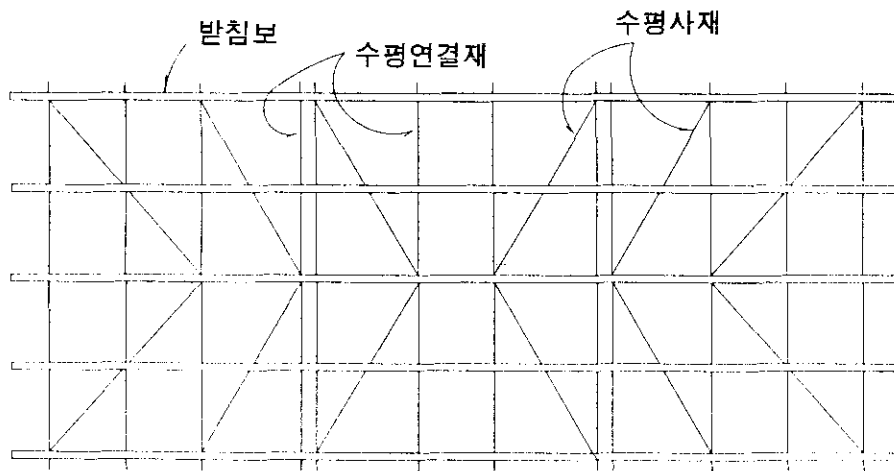




a) 받침보(중량지보빔)의 종단면도



b) 받침보 단면방향의 일체화(횡단면도)



c) 받침보 수평면의 일체화(평면도)

[그림 1-2] 받침보의 일체화

## 제 2장 동바리 설계 및 시공계획

동바리 붕괴사고는 여러가지 원인이 있겠으나 주된 요인을 분석해보면 첫째 동바리는 조립이나 해체작업이 용이하여야 할 필요가 요구되는 가설 구조물이기 때문에 부재의 접합부나 골조 전체의 강성이 부족하게 되어 불안정한 구조로 되는 경우가 많고

둘째 동바리의 설계사양이 세부사항까지 정확히 고려되는 경우가 거의 없고 또한 시공계획이 현장 근로자에 의해 이루어지는 일이 태반이다.

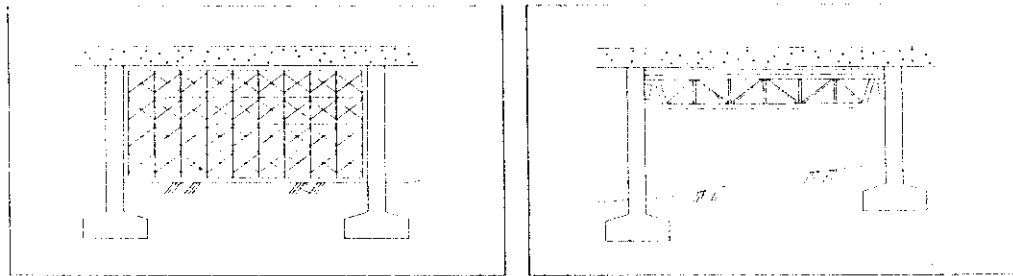
셋째 현장에서는 계획대로 동바리를 조립하지 않는 경우가 많고 안전성을 확인하지 않은 채 설계, 계획된 사항을 변경하여 공사를 하며 넷째 공사비의 부족이나 공사일정의 촉박으로 지반조사를 소홀히 하게 되고, 작업책임자의 지식부족 또는 안전관리를 위한 경비를 절감키 위함 등을 원인으로 들 수 있다.

따라서 거푸집 및 동바리공의 시공계획을 수립할 때에는 지형, 지질, 기상 및 주변 구조물 등의 영향에 대한 사전조사를 실시하고 공사의 작업성·안전성을 충분히 고려한 설계 및 시공계획을 수립하도록 한다.

### 1. 동바리 구조 형식

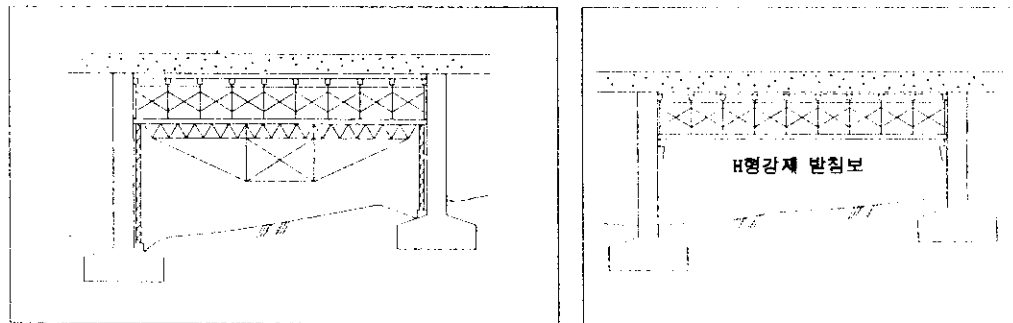
거푸집은 콘크리트 구조물을 소정의 형상, 치수로 성형하기 위해 사용되는 가설구조물로서 건축공사에서는 지주를 포함하여 거푸집으로 사용되고 있으나 본 연구에서는 거푸집과 동바리를 구별하여 거푸집을 지지하는 가설구조물을 동바리라 하며 장선과 명애재를 동바리 부재에 포함한다.

또한 연구의 대상이 되는 동바리의 구조형식은 [그림2-1]에 나타내는 바와 같이 거푸집을 지지하는 주된 골조의 구조에 따라 지주식 동바리, 보식 동바리로 분류하였다.



i) 지주식 동바리(틀조립식)

ii) 보식동바리(브래킷 사용)



iii) 지주식동바리(보위에 지주사용)

iv) 보식동바리(브래킷 형식)

[그림2-1] 동바리 구조형식

일반적으로 지주식 동바리에는 틀 조립식, 삼각틀식, 조립강주식, H형강식 등이 있으며, 보식 동바리에는 H형강, 조립보 등을 지지보로하여 받침 보로 지지하는 형식, 받침 보의 지지방법을 교각에 고정한 브래킷으로 지지하는 형식, 지반 상에 지주로서 지지하는 구조형식 등이 있다.

또한 보식 동바리에는 거푸집을 지지하는 방식으로 받침보 위에 지주를 사용하지 않고 직접 거푸집을 사용하는 방식과 받침보 위에 틀 조립식 지주 등을 사용하여 거푸집을 지지하는 방식이 있다.

## 2. 공사계획을 위한 사전조사

동바리공의 공사계획을 할 때에는 사전에 지형조사, 지반조사, 기상조사 및 주변구조물 등의 영향에 대하여 충분한 현지조사를 실시하고, 공사시공에 영향을 미치는 제반조건에 대해서 정확하게 파악하여 두어야 한다.

### 가. 지형조사

평탄지 뿐만 아니라 산악지 등 지형이 급변하거나 험준한 곳에서 동바리를 조립할 경우에는 지주의 기초조성이나 지주높이의 조절 곁들어서 자재의 운반이나 보관, 가조립 야드의 확보 등 현지 지형조건을 정확히 알지 못하면 계획이 부적절하게 되는 경우가 많으므로 사전에 현지의 지형조사를 철저히 해야 할 필요가 있다.

### 나. 주변 구조물 등에 의한 영향조사

동바리의 시공은 근접하는 타 구조물을 횡단하는 장소에 설치하지 않으면 안되는 경우가 많다. 이러한 경우 근접 구조물의 관리주체로부터 시공에 따른 조건을 제약받는 경우가 많으므로 계획에 앞서 관리자 측과 충분한 협의를 거쳐 인접하는 구조물의 위치를 확인하고, 기초를 설치하는 경우 지하매설물의 영향 등을 파악하는 외에 비상시의 안전조치를 강구하여야 한다.

특히 도로를 횡단하는 경우에는 받침보 가설시의 교통통제, 거푸집 및 동바리 시공시 낙하물 방지대책, 통과차량의 동바리의 지주 등에 대한 충

들 방호공 등 특별한 대책을 필요로 하므로 충분한 사전조사 및 협의가 필요하다.

#### 다. 지반조사.

동바리의 지주는 상당량의 집중하중을 지지하는 구조이기 때문에 지주의 기초는 부등침하 등이 발생하지 않도록 확실한 기초의 계획이 필요하다. 그러기 위하여 지주식 기초를 필요로 하는 동바리의 경우에는 사전에 충분한 지반조사를 하여야 한다.

일반적으로 교량 하부구조의 보링 데이터를 기초로 지반현황을 판단하는 것이 좋으나 필요에 따라서 지내력의 확인시험 등을 실시하는 것이 바람직 하다.

#### 라. 기상조사

시공시기에 있어서 현장 주변의 기상상태와 과거 천후기록, 적설량, 바람의 세기 등의 조사가 필요하다.

### 3. 동바리 설계계획

거푸집 및 동바리 공사의 설계계획을 수립할 때에는 본체 구조물의 규모, 구조형식을 설계도서에서 확인하고 또한 사전조사에 의해 파악된 현장의 지형, 지질 등을 충분히 고려하여 적절한 동바리 형식을 선정하도록 하고 시공성 및 안전성 등을 검토하여 설계도를 작성한다.

#### 가. 거푸집 및 동바리의 설계

거푸집 및 동바리의 설계를 할 때에는 각종의 관련법규 및 지방규정에 준하여 외력에 충분히 견딜 수 있고 안전하도록 설계하여야 하며, 또한 중요한 부재에 대해서는 단면의 용력을 검토하여야 하고 접합부의 사양 등

세부사항의 안전성을 검토한 후 조립 도에 명기해 두어야 한다.

#### 나. 거푸집 및 조립도의 작성

거푸집 및 동바리는 서로 다른 종류의 수많은 부재가 조합되어 구성되므로 부재의 치수, 부재의 취합, 조립 및 결속 등의 작업순서에 대하여 누락됨이 없도록 세심한 주의를 기울여 작성하여야 한다.

특히 연속 고가구간의 경우 등 지간에 비해 스패의 길이가 서로 다를 경우에는 부재의 치수를 간과함으로서 지주에 편심하중이 작용하는 원인이 될 수 있으므로 각각의 경우에 대하여 조립 도를 작성하도록 한다.

또한 조립도의 작성에 있어서 지형이나 교량 하부구조의 높이 등을 실측하여 실제 치수에 대해 계획하도록 한다.

#### 다. 시공성의 검토

거푸집 및 동바리의 조립, 해체에 앞서 대형의 부재를 높은 곳으로 이동하는 양중작업 등이 필수적이므로 거푸집 및 동바리의 조립 도를 작성할 때에는 조립, 해체의 작업순서, 사용하여야 할 양중장비의 사양이나 능력을 고려하여 작업성을 확보할 수 있도록 본체 구조물의 구조, 현지의 지형조건에 따라 양중설비의 배치나 구체적인 시공방법의 검토가 필요하다.

#### 라. 안전성의 검토

거푸집 및 동바리의 조립 도를 작성할 때에는 콘크리트 타설순서 등 시공중 제조건을 고려하여 안전성에 대하여 검토를 한다.

특히 동바리 조립, 해체의 경우에는 일시적으로 완성시보다 큰 하중이 작용하거나, 불안정한 구조로 되는 경우가 있으므로 부재의 전도나 붕괴가 발생하지 않도록 조립 재나 매달음 재 등에 가보강 재를 설치하는 등 각 작업 단계에 따라 안전성을 검토하여야 한다. 또한 동바리는 받침보, 지주 등 복수의 부재로서 구성되어지기 때문에 각 부재간에 구조나 강도상의 불

균형이 발생하지 않도록 계획하는 것이 필요하다.

#### 4. 거푸집 및 동바리의 시공계획

거푸집 및 동바리의 시공계획을 수립할 때에는 설계도서 및 현장 조건 등을 고려하여 합리적인 시공방법을 검토하여 계획을 작성하여야 하며 계획을 세울 때에는 PLAN(계획) - DO(실시) - CHECK(검토) - ACTION(활동)의 사이클을 반복 수행하여 진중 하게 계획하여야 한다.

시공계획에는 공사규모, 공기, 상부구조 형식 및 형상, 치수와 가설높이, 기초지반 조건 등과 또한 현지의 기상조건, 수문정보 등의 시공 제조건을 반드시 고려하여야 한다.

또한 공사수행에 대한 공정계획, 일정계획, 자원의 활용계획 등을 수립하여 일정 및 자원관리의 효율화를 기하고 공사안전을 도모하여야 한다.

그리고 공사내용 변경 등에 의하여 계획내용이 실제 공사내용과 합치되지 않을 때에는 공사계획을 즉시 수정하여 예상외의 상황에 대처하도록 한다.

##### 가. 공사관리

시공계획에서는 거푸집 및 동바리의 설치장소, 부위에 따라 시공단위가 정해지며 각 시공단위마다 거푸집 및 동바리의 조립, 콘크리트 타설, 해체 등의 요소작업에 시공일정, 기능공 투입, 작업원 배치, 사용장비 등을 결정하여 단위공정으로 하고 상호 관련되는 단위공정을 유기적으로 통합 조정하여 공정계획, 일정계획, 자원 활용계획 등에 의해 공사계획을 수립한다.

##### 1) 공정계획

작업순서와 작업내용을 결정하고 작업에 필요한 직종별 인원배치, 자재

선정, 기계설비의 배치, 작업시간을 결정한다.

이러한 계획에 따라 작업 계통도, 공정분석도 등을 작성하여 운용한다.

## 2) 일정계획

작업가능 일수, 표준작업량, 재료, 노무, 기계 등의 보유예정을 고려하여 착수, 일정, 종료 등의 구체적인 일정계획을 수립한다.

## 3) 자원활용 계획

작업에 필요한 재료, 노무, 기계설비 등의 예상소요 일정, 일수를 공정 계획, 일정계획을 고려하여 계획하도록 한다.

## 나. 시공계획서의 사전평가

교량 등 주요구조물의 거푸집 및 동바리 시공계획서 작성이 완료된 경우 시공 중에 대한 붕괴, 도괴재해, 근로재해예방, 제3자 피해 등에 대한 적절한 조치가 강구되어 있는지에 대해 설계시공에 경험이 있고 안전관리의 업무에 실무가 있는 전문가에 의해 안전성 평가를 하도록 한다.

또한 높이 3.5m 이상의 동바리를 설치하는 경우와 특수한 구조의 거푸집 및 동바리를 설치 사용하는 경우에는 산업안전보건법 제 48조 유해위험 방지 계획의 심사 및 확인 등 관련 법규의 이행을 필요로 한다.

이러한 법적인 규제 사항의 이행을 위해 관련 법, 영, 안전기준에 의해 거푸집 및 동바리의 조립, 해체, 콘크리트의 타설 등의 각 공정에서 발생될 수 있는 각종 재해를 예방하기 위한 계획서를 현실 시공상태를 대상으로 하여 작성하고 심사 및 확인검사를 받아야 한다.

그러나 이러한 법적인 규제 사항의 이행이라기 보다는 현장 자체에서 자율적으로 위험성을 정량적, 정성적으로 평가하여 보고 그 평가에 따라 사전에 필요한 대책을 강구하여 봄이 바람직하다.



## 제 3장 시 공

가설구조물은 일반적으로 영구 구조물에 비해 골조의 구성이 복잡한 것이 많고 부재의 결합도 불완전한 것이 많다. 따라서 동바리의 시공은 설계에 의도된 내용을 충실하게 반영될 수 있도록 시공하여야 한다.

조립 도에서 부재의 배치나 이음부위 등의 상세가 불명확한 경우에는 설계자에게 문의하여 도면을 정확하게 이해하고 시공에 착수하여야 하고 조립 도대로 시공할 수 없는 경우에는 설계가 의도하는 바의 제조 견에 만족할 수 있도록 대처하여야 하고 변경이 있을 경우에 작업책임자는 현장 책임 기술자와 협의를 하여 시공하여야 한다.

또한 작업책임자는 거푸집 및 동바리의 조립 해체 작업에 경험이 있는 사람을 선임하고 작업을 직접 지휘하도록 하며, 거푸집 작업 이외의 작업자, 예를 들면 철골 사업자가 H형강제의 동바리 조립.해체 작업을 할 경우에도 기 선임된 작업책임자의 지휘하에 공사를 수행하도록 한다.

일반적으로 거푸집 및 동바리의 작업기자재는 전용 품이 많고 수차에 걸쳐 반복 사용되므로 부식, 손상 등에 의하여 내력이 현저하게 저하되어 있는 경우가 많으므로 사용 전에 검사를 할 필요가 있다.

그러나 현장에서 외관검사만으로는 기자재의 부식이나 손상의 정도를 알 수 없는 경우가 있으므로 기자재를 현장에 반입하기 전에 기자재 관리 담당자에게 충분히 검사를 시켜 사용하도록 하며, 상당한 기간이 경과된 기자재는 사용하지 않는 것이 바람직하다.

동바리 붕괴에 의한 중대재해는 콘크리트 타설시에 많이 발생하고 있으므로 콘크리트 타설전에 거푸집 및 동바리의 점검을 하여 안전성을 확인하고 타설중에는 기초지반의 변형 등에 의한 동바리의 침하나 이상음 등의

유무를 수시로 Check 함으로 이상시 대비하여야 한다.

또 거푸집 및 동바리의 조립 해체작업은 고소작업인 경우가 많으므로 조립도, 작업순서에 기초하여 추락 및 비폐낙하 방지설비를 충분히 설치하여 추락 및 비폐낙하에 의한 안전사고에 대비하도록 한다.

또한 동바리 부재가 H형강 등 중량물인 경우에는 크레인 등을 이용하므로 중량물 작업에 대한 크레인 전도재해, 접촉 및 협착재해 등 재해예방에 대한 조치도 강구하여야 한다.

## 1. 동바리 기초 시공

동바리 기초형식에는 직접기초, 말뚝기초, 기존 구조물의 푸팅을 이용하는 기초 등이 있다.

각각의 기초를 선정 함에 있어서는 지지되는 구조의 종류, 지주의 구조와 내력, 지반의 성질, 지형조건 등의 제조건을 고려하여야 한다. 동바리 기초지반은 교각공사를 위해 굴착 또는 매립한 곳이 많으므로 지반지지력 및 침하에 대비하여 검토를 하여야 한다. 따라서 동바리 기초 시공에서 가장 불확정한 요소로 조사되어야 하는 것은 지반조건 이다.

지반의 허용지지력은 설계하중에 의해 지반에 발생하는 응력의 값이 지반의 허용지지력을 초과하지 않도록 설계하여야 하며 건설부 제정 도로하부구조 설계지침에 규정된 공식이나 평판재하시험 등에 의해 구한 지반의 극한지지력에 소정의 안전율을 곱하여 구한 값으로 하며 이때의 안전율은 2.4로한다.

특히 교각 부근에서는 매립토가 많으므로 지표면만을 보고 판단하여서는 곤란하고 필요에 따라서 간단한 재하시험을 하여 콘크리트 타설시 탄성

침하량 등을 추정하는 것이 좋다.

그러나 재하시험에서의 하중이 지반에 주는 영향범위는 그 재하폭에 따라서 결정되므로 일반적으로 재하시험에 의한 방법은 얇은 지층에서 밖에 판별할 수 없다.

따라서 깊은 지층에 대한 지반의 허용지지력은 표 3.1을 참고로 한다.

표 3.1 지반의 허용지지력

| 기초지반의 종류      |               | 고려될 사항  |                                | 허용지지력<br>(tf/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|---------------|---------|--------------------------------|-------------------------------|
|               |               | N치      | 일축압축강도<br>(tf/m <sup>2</sup> ) |                               |
| 압<br>반        | 균열이 적은 균일한 경암 | -       | 1000                           | 100                           |
|               | 균열이 많은 경암     | -       | 1000                           | 60                            |
|               | 연암            | -       | 100                            | 30                            |
| 자갈<br>층       | 조밀한 상태        | -       | -                              | 60                            |
|               | 느슨한 상태        | -       | -                              | 30                            |
| 사질<br>지반      | 조밀한 상태        | 30 ~ 50 | -                              | 30                            |
|               | 적정상태          | 20 ~ 30 | -                              | 20                            |
| 점지<br>성반<br>토 | 매우 경질인 상태     | 15 ~ 30 | 20 ~ 40                        | 20                            |
|               | 경질상태          | 8 ~ 15  | 10 ~ 20                        | 10                            |
|               | 적정상태          | 4 ~ 8   | 5 ~ 10                         | 5                             |

또한 기초면의 시공에서 주의하여야 할 사항은 부등침하가 일어나지 않도록 시공을 하여야 하는데 부등침하가 일어난 경우에는 여분의 수평력, 휨모멘트가 발생하여 동바리 도괴의 원인이 된다.

특히 서로 다른 기초(예를 들면 기설 구조물의 기초와 직접기초의 경우)가 혼재하여 동일한 지지력이 얻어지지 않는 경우에는 지주군의 기초로 하는 것은 피하는 것이 통례이나 부득이 서로 다른 기초가 혼재 할 경우에는 부등침하에 대하여 충분한 검토를 하여야 한다.

#### 가. 기초 지반 조사

기존의 자료가 있는 경우에는 사전에 지형, 지표의 지질조사, 보링 데

이터 등을 조사한다.

기초시공에 앞서 현지의 지형, 평탄성, 급경사, 전석의 여부, 애추, 지하수위, 성토여부 등의 지질조건 혹은 공사용 차량 등의 진입도로의 설치가능여부 등의 시공조건을 조사하여야 한다.

직접기초의 경우에는 필요에 따라서 재하시험을 하고 탄성침하량 등을 파악하는 것이 좋다.

재하시험을 실시할 경우에는

- 1) 그 부근의 지반을 대표할 수 있는 곳을 선정하고
- 2) 재하시험의 위치는 지반의 상황, 면적에 의해 결정하며
- 3) 특히 지하수 등이 예측되는 경우에는 재하판을 크게 하여 지내력을 과대 평가하게 되는 우려를 범하지 않도록 주의하여야 한다.

#### 나. 직접기초의 시공

직접기초의 시공에는 부등침하가 일어나지 않도록 접지면을 평탄하게 마무리하고 충분한 체결을 함과 더불어 콘크리트 혹은 각재, H형강 등으로 지주를 보강하여야 한다.

직접기초 시공에 따른 일반적 주의사항은 다음과 같다.

- 1) H형강 등의 형강, 각재(목재), 합판 등을 보강재로 이용할 때에는 지반의 부분적인 공극은 양질의 모래, 잔자갈 등으로 채우고 충분한 다짐을 하여 평탄하게 하여야 한다.
- 2) 콘크리트 기초의 경우에는 지주로부터의 집중하중에 대해 소요의 강도를 발휘할 수 있도록 콘크리트를 충분한 두께와 넓이를 확보하여 시공한다.
- 3) 교각 등의 구조물 근처에 기초를 설치하는 경우에 복토 등으로 인해 지반이 느슨한 경우가 많으므로 충분한 다짐을 하여야 한다.

- 4) 경사지의 경우에는 비탈면에 모르터 등을 덮어 강우 등으로부터 비탈면을 보호하는 것이 필요하고 비탈머리 단부의 길이 및 비탈면 구배는 붕괴가 일어나지 않도록 기준을 준수하여야 한다.

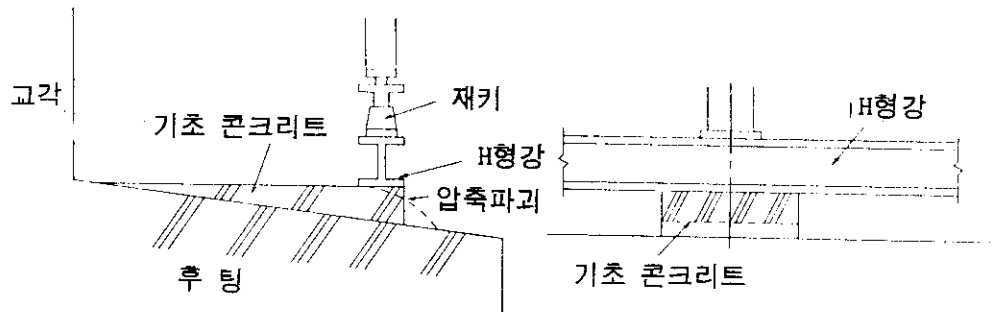


[그림3-1] 법면보호

- 5) 강우 등에 의해 지반이 느슨하여지는 경우가 있으므로 기초주변의 배수구 등을 설치하여 배수를 하여야 한다.

#### 다. 기설 구조물을 이용한 기초시공

기설 교각 등의 푸팅을 기초로 사용하는 경우에는 푸팅의 상부가 평평하지 않고 경사지어진 경우가 많으므로 기초콘크리트를 타설하고 지지면을 수평으로 하여 기초로 이용한다.



[그림3-2] 압축파괴 된 기초 콘크리트

기설 구조물상에 직접 H형강 등을 재키 받침보로 사용하는 것은 피하고 부득이한 경우 동바리 각부의 침하, 수평이동, 전도 등을 방지하기 위해 기설 구조물과 일체가 되도록 시공하여야 한다.

또한 기초 콘크리트는 소규모로 되는 경우가 많으므로 양생에 세심한 주의를 기울여야 하고 설계강도를 얻을 수 있도록 콘크리트를 배합하여 사용하여야 하고 양생에는 다음 사항에 주의하도록 한다.

- 1) 기설 구조물과 기초콘크리트가 잘 잘 부착하도록 기설 구조물의 표면을 거칠게 한후 콘크리트를 타설한다.
- 2) 기초콘크리트는 하중에 대해 [그림3-2]의 예와 같이 압축파괴를 일으키는 경우가 있으므로 충분한 강도를 갖도록 면적이나 두께를 확보하도록 한다.

#### 라. 말뚝기초 시공

지반이 연약하고 지지 층이 깊으며 또한 지간이 긴 보식 동바리공의 시공에서 하중이 큰 경우에 지주식 동바리의 기초로서 통상 H형강 등에 의한 말뚝기초로 하는 경우가 많다.

말뚝기초를 시공할 경우에는 시공관리가 매우 중요하며 부실한 시공이 되었을 경우 침하 등을 일으키고 곧바로 동바리 도괴에 이르는 수가 많으므로 다음 사항에 주의하여 시공한다.

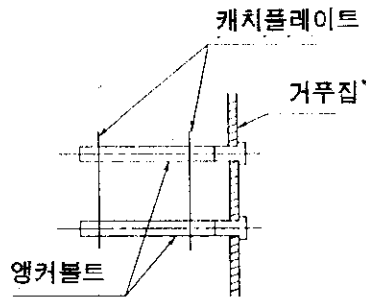
- 1) 말뚝은 정확하게 근입시키고 근입중 말뚝머리를 평탄하지 않도록 한다.
- 2) 말뚝의 근입 완료는 말뚝의 근입깊이, 일 타당의 관입량, 총타격 회수 등의 근입 조건에 따라 결정한다.
- 3) 말뚝은 예상되는 작용하중에 충분한 지지력을 받을 수 있도록 지지 지반에 관입 시켜야 한다.

- 4) 말뚝의 중심선과 지주중심의 변화에 의한 휨모멘트, 수평력 등이 발생되지 않고 하중이 균등하게 작용하도록 파일간격을 설정하여 타입 하여야 한다.

#### 마. 부래킷용 앵커의 시공

부래킷은 보식 지보공의 지점이 되는 중요한 부분이므로 하중이 앵커볼트에 균등하게 전달되도록 다음 사항에 주의하여 시공하여야 한다.

- 1) 앵커볼트의 부착정도를 확보하는 것이 중요하고 [그림3-3]에 보이는 바와 같이 캐치플레이트 등을 이용하여 철근 등에 확실하게 고정하고 콘크리트 타설시 이동하지 않도록 한다.



[그림3-3] 앵커볼트의 결속

앵커볼트 주변에서의 콘크리트 타설작업은 앵커볼트를 이동시키지 않도록 바이브레이터 등의 직접 접촉을 피하도록 하여야 한다.

## 2. 동바리 조립 작업

동바리는 구조물 본체의 중량, 작용하중, 프레스트레스의 영향에 대하여 콘크리트 표준시방서에 규정된 제규정 및 산업안전보건 법규(안전기준

제6편 제1장)에 따라 안전한 강도를 같도록 설계되어야 한다.

그러나 동바리의 설계에는 골조의 중요 부재 단면 결정에 치우치는 경우가 많고 부재의 접합부 등의 세부까지 고려되는 경우가 적어 설계자의 의도가 충분히 반영된 내력 및 안전성이 확보되는 것이 드물다.

따라서 설계자 또는 설계의도를 충분히 파악할 수 있는 기술자는 전체 구조 및 부분적 상세를 표시하는 상세한 시공도를 작성하여야 한다.

동바리의 조립시공에 있어서도 반드시 지주, 받침보, 사재, 수평연결재 등 부재의 배치 및 치수, 부착, 결속방법 등을 확인하여 시공오류가 없도록 하고 구조적인 전체의 안전성 확보를 위하여 매달음, 보조사재, 보조연결재 등의 가설재가 시공도에 기입되어 있는 경우에는 작업수순의 관계를 조정하여 시공하도록 한다.

또한 동바리의 조립에 있어서 부재의 변경, 시공시의 표고조정, 떼어냄의 작업성을 좋게 하기 위하여 썰기, 재키 등의 조절재가 많이 사용되고 있으나 이들의 사용개소는 구조상 편 결합이 되고, 조절재 상하의 수평이동이 구속되지 않는 경우 수평 차에 의해 전도되기가 쉽고 또한 부재의 안전성 및 좌굴에 대한 저항성이 약한 구조적 결합이 된다.

따라서 이러한 조절재는 꼭 필요한 부분에 한정하여 최소한으로 사용하도록 한다.

#### **가. 거푸집, 지주, 부래킷 및 받침보의 조립**

##### **(1) 거푸집 조립**

거푸집에 작용하는 콘크리트 중량 및 거푸집의 자중, 작업하중은 거푸집 및 띠장, 가로보를 통해 지주상부에 설치되는 멍에 전달되고 종국에는 지주에 의해 지탱된다.

이들 띠장, 가로보 및 멍에 등은 부재단을 맞댄 이음으로 하여서는 안



되며 반드시 접친 이음으로 하중전달이 확실히 되는 구조로 해야 된다.

특히 멩에는 큰 하중을 지주에 전달하는 중요한 부재로서 지주의 중심에 멩애의 중심이 맞도록 조립하여 편심이 발생하지 않도록 하여야 한다.

## (2) 지주의 조립

지주의 조립에 대하여서는 그 사용 재료에 따라 안전기준에 그 방법이 규정되어 있으므로 관련 규정 및 기타 유의 사항을 정리하면

1) 형강을 지주로 이용하는 경우에는 조립강주를 지주로 이용하여 사용하는 경우에 준하여 시공한다.

2) 강관 틀 비계를 지주로 이용하는 경우

가) 각주의 상하 단에는 멩애 받침 및 재키베이스를 설치하고 세로보 등에 못 등을 이용하여 고정한다.

나) 강관이나 콘크리트 위에 설치하는 경우에는 foot post를 거꾸집면 또는 교차가새에 직각 2방향으로 설치하여 미끄러짐을 방지하여야 한다.

다) 틀 비계와 틀 비계 사이에는 교차가새를 필히 설치하여야 한다.

라) 수평 틀은 5층 이내마다 연속하여 설치한다.

마) 전체 좌굴을 방지하기 위해 틀 면의 방향에는 5개 틀 이내에서 최상층 및 5층 이내마다 동바리 측면과 나란히 교차가새의 방향의 5개 틀 이내마다 단관 등으로 수평연결재, 사재를 설치하여야 한다.

바) 교차가새 방향에서는 5개 틀 이내마다 최상층 및 5층 이내에서 동바리 측면에 나란히 틀면 방향으로 5개 틀 이내마다 단관 등으로 수평연결재, 사재를 설치하여야 한다.

3) 조립강주를 지주로서 이용할 경우

가) 상하단에 단판을 설치한다.

나) 좌굴 및 전도를 방지하기 위하여 4m 이내마다 수평연결재를 설치하고 사재 등으로 보강한다.

다) 지주 한개당의 반력이 크므로 기초 공을 충실히 하고 부등침하가 발생하지 않도록 한다.

라) 편심하중 및 횡하중에 의한 휨모멘트가 발생하지 않도록 한다.

마) 지주와 보재가 분리되지 않도록 충실히 결합하도록 한다.

바) 각주재 및 교차가새는 손상을 받기 쉬우므로 취급에 주의하여야 한다.

#### 4) 깔판, 깔목을 사용하는 경우

가) 깔판, 깔목은 부득이한 경우를 제외하고 중첩되지 않도록 한다.

나) 깔판, 깔목을 계속이어서 사용할 경우에는 그장방향으로 긴결하여 사용하도록 한다.

#### (3) 부래킷의 제작, 설치

부래킷은 가로보의 지점이 되는 중요한 부분으로서 앵커볼트의 매립, 부래킷의 제작, 설치, 받침보의 거치에 있어서는 다음사항을 유의하여 정밀하게 시공하여야 한다.

##### 1) 부래킷의 제작

가) 부래킷은 공장 제작으로 하고 설계도에 따른 재질, 가공치수, 용접부 강도 등 소정의 강도를 발휘할 수 있는 것으로 한다.

나) 부래킷의 볼트구멍은 드릴로 뚫어야 하며 앵커볼트의 위치를 실측하여 천공하는 것이 바람직하다. 또한 볼트구멍은 22mm 볼트를 사용할 때에는 볼트구멍 +4mm 이내를 원칙으로 하고 필히 동일구경으로 한다.

## 2) 부래킷의 설치

가) 부래킷을 설치할 때에는 부래킷 배면의 공극을 없애기 위해 콘크리트 면에 수평으로 부착하여 앵커볼트에 휨이 작용하는 것을 방지해야 한다.

나) 부래킷에 작용하는 전단응력을 볼트가 부담하여야 할 경우에는

- 부래킷의 볼트구멍이 산소용접기에 의한 구멍이거나 소정의 치수보다 공경이 큰 경우 용접 등에 의해 되메워줘야 하고 각볼트에 전달되는 전단응력이 균등하게 되도록 하여야 하고 볼트의 체결력이 균등하게 되도록 하여야 한다.
- 부래킷에 작용하는 전단응력을 콘크리트 면과의 마찰저항으로 일부 부담하는 경우 소정의 앵커볼트, 좌금, 너트 등을 이용하여 설계상의 체결력을 달성할 수 있도록 체결공구 등을 이용하여 확실하게 체결하도록 한다.

## 3) 가로 보 거치 작업

가로 보를 설치할 경우에는 다음 사항에 주의하여 시공한다.

가) 가로 보는 받침 보로 부터의 하중을 콘크리트 교각 면에 설치된 부래킷에 전달하는 부재이다. 전달된 하중은 부래킷에 모멘트를 주고 앵커볼트에는 인장력이 작용하게 된다. 따라서 가로 보의 치수를 크게 하고 그 설치위치가 교각 면으로부터 떨어지는 것은 앵커볼트에 인장력을 증대시키므로 가급적 피하여야 한다.

나) 받침 보를 받치는 부래킷 상면의 고저 차에 의해 부래킷의 반력이 상이하므로 라이너프레이트 등을 사용하여 높낮이를 일정하게 하여야 한다.

## 4) 부래킷 및 부래킷 체결 볼트를 재사용의 경우에 볼트구멍이 늘어나

있는 것이거나 볼트의 경우 나사가 변형된 것 등은 사용하여서는 안 된다.

#### (4) 받침 보의 조립

H형강, 지보빔 등으로 구성되는 받침 보는 조립할 때에 다음 사항에 주의하여야 한다.

##### 1) H형강

가) H형강을 나란히 설치하여 받침 보로 이용할 경우 받침 보와 받침보사이의 수평연결재를 설치하여 횡전도를 방지하여야 한다.

나) 강재에 의한 받침보 지지부분의 접촉면의 길이는 지간장의 1/100 이상 또는 5Cm 이상으로 한다. 단 지간 장이 20m 이상의 경우는 20Cm 정도로 한다.

다) 받침 보가 미끄러짐, 탈락 등의 우려가 있는 경우에는 받침 보의 상태를 고려하여 지지구조물에 고정하던가 이탈 방지장치를 하여야 한다.

##### 2) 지보빔

가) 지보빔의 지지 부는 부착철물을 받침 보에 완전하게 조립한다.

나) slide형 지보빔의 경우 내부 빔의 체결부 고정을 확실하게 한다.

다) 결합형 지보빔에서는 지정된 결합 핀을 사용하고 트러스의 구면이 수평을 유지하도록 조립하여야 하며 횡전도를 막기위하여 받침 보 상호간에 수평연결재 및 사재를 설치하여야한다.

#### 나. 동바리의 이음 및 접합부의 시공

동바리의 이음매, 접합부는 동바리에 작용하는 연직 방향하중, 수평방향하중을 확실하게 기초까지 전달되어지도록 하고 동바리 전체의 안전성을 보유하기 위해 중요한 역할을 하므로 동바리 전체의 소요의 강도, 강성이

얻어지도록 확실하게 시공하여야 한다.

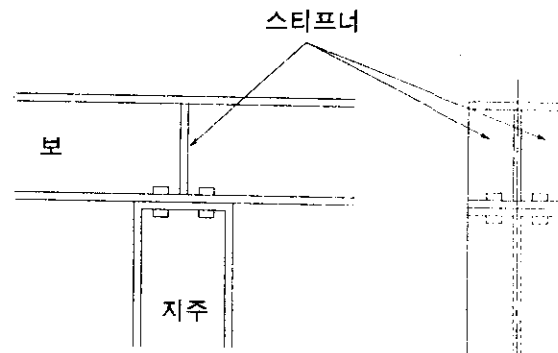
#### (1) 동바리의 이음 및 접합

동바리의 이음매, 접합부는 안전기준 제2절 363조에 명시된 바와 같이 동질의 재료로서 맞댄 이음 또는 장부측 맞춤으로 하고 강재와 강재의 접속부 및 교차부는 볼트, 크램프 등의 전용철물을 사용하여 긴결한다.

#### 2) 지주의 이음 및 접합

지주 특히 H형강 지주의 상하 단에는 단판을 용접에 의해 설치하고 하중의 전달 및 타부재와의 접합을 용이하도록 한다.

H형강 보위에 지주를 조립하는 경우 또한 지주위에 H형강 보를 재하하는 경우 등 H형강의 후랜지에 집중하중이 작용하는 경우에는 후랜지의 국부변형, 웨브의 휨변형에 의한 지주 단부의 회전을 방지하기 위해 H형강의 복부에 스티프너를 용접한다.



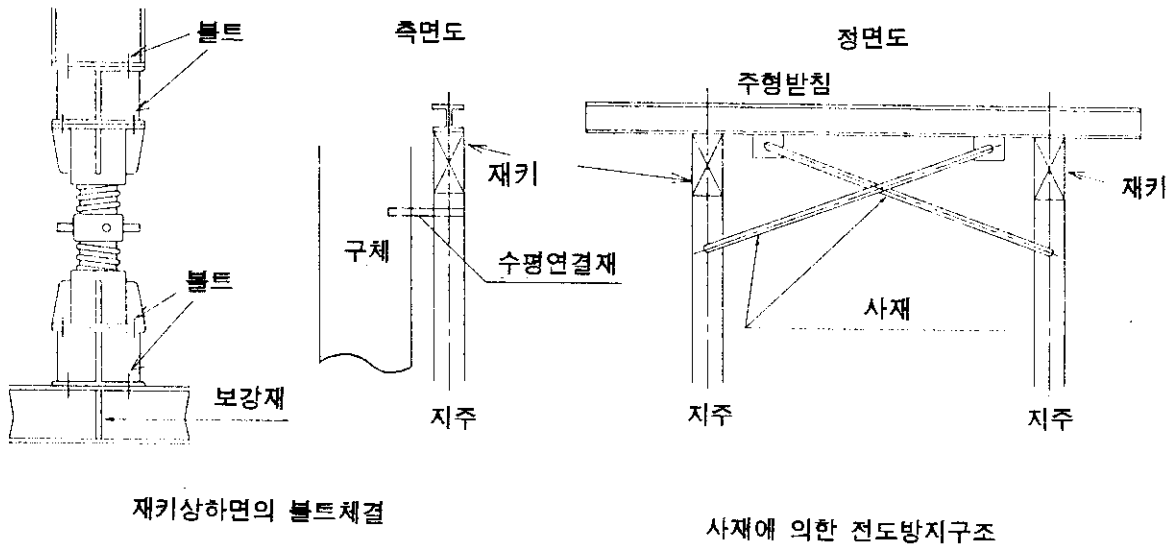
[그림3-4] H형강 교차부 보강

또한 지주를 받침보상에 재하 할 경우에 지지구조물의 파괴나 가로보 위에서의 탈락을 막기위해 지주 저면의 전부를 확실하게 고정하여야 한다.

지주 중간에서 이음을 둘 경우에는 상하부재의 중심 축을 일치시켜 4

개 이상의 소요의 강도를 갖는 볼트를 사용하여 긴결 하여야 하고 이음부위 바로 위나 밑에서 변위 방지를 위한 결속을 하여 좌굴을 방지하여야 한다.

지주의 상단 또는 하단에 재키를 설치할 경우 지주의 축선과 재키의 축선을 일치시키고 재키의 단판을 4개 이상의 소요의 강도를 갖는 볼트를 사용하여 긴결 하여야 하고 재키의 바로 위나 밑부분은 재키부에서 좌굴을 방지하기 위하여 수평 2방향의 변이를 구속하여야 한다.



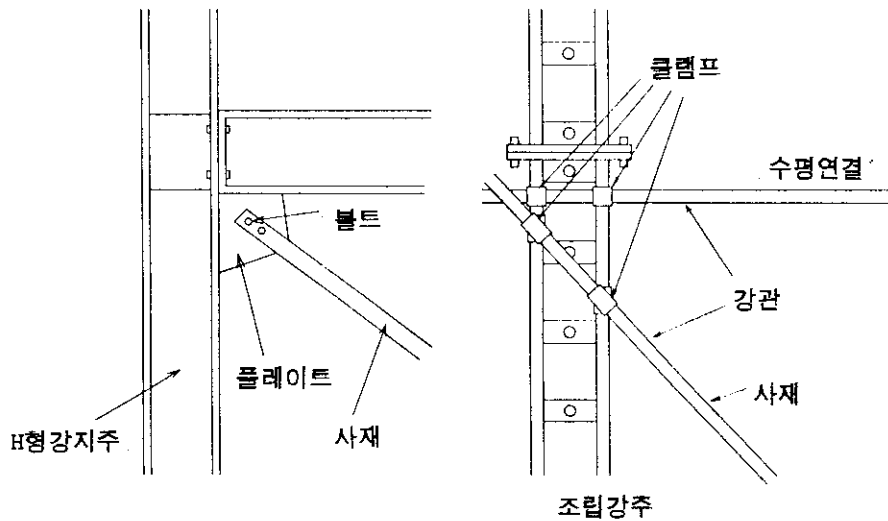
[그림3-5] 재키의 사용시 보강

또한 조립강주의 경우에 지주정부의 명애 받침 재키를 설치하고 명애를 재하는 경우 명애의 중심과 지주의 중심을 일치시킨 후에 명애 받침을 고정하는 것이 필요하다.

### 3) 수평연결재 및 사재의 부착

수평연결재를 후렌지 면에 직각으로 설치할 경우에는 부재 부착용 철판을 용접하던가 전용 부착용 부재를 이용하여 볼트에 의해 접합한다.

또한 조립강주의 등바리에서는 지정 접합용품 또는 전용의 긴결금구를 사용하여 직각 2방향으로 수평연결재, 사재를 이용하여야 한다.



[그림3-6] 수평연결재, 사재의 부착

### 4) 접합부용 재료

볼트접합의 경우 조립 도에 나타내는 바와 같이 볼트의 재질, 치수의 개수를 반드시 지켜야 한다. 또 볼트구멍의 치수를 필요에 따른 최소 구경으로 하고 현장맞춤에 의한 과대한 구경이 되지 않도록 한다.

크램프 등의 긴결금구는 구조규격 합격품을 사용하여야 하며 철선에 의한 결속을 하여서는 안된다.

결합 편은 제조자 지정 편을 이용하고 철근토막 등으로 고정 하여는 안된다.

#### 다. 솟음(CAMBER)

본체 구조물이 설계도대로 만들어지기 위하여는 시공 중에 발생할 수 있는 동바리의 변위 및 본체 구조물의 변위를 고려하여 적절한 솟음을 두어야 한다.

동바리의 변위를 발생시키는 요소로서는 본체 구조물의 탄성 변위량, 콘크리트 creep에 의한 탄성 변위량, 동바리 처짐, 부재의 탄성변형, 이음부 위치의 유격과 채키의 수축, 목재의 건조수축 및 동바리 기초의 탄성, 소성침하가 고려된다. 탄성변형량을 계산하는 경우 영계수나 부재이음부의 수축 량의 가정이 타당하더라도 거푸집, 수평재, 연결 재에서 변위가 방해되거나 부동 변위를 나타난 경우 계획과 다른 변위가 나타난다.

일반적으로 콘크리트 타설에 의해 발생하는 보식 동바리의 허용처짐량은 표 3.2를 참조한다.

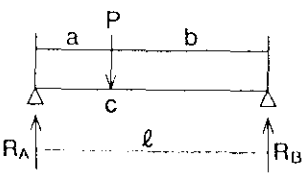
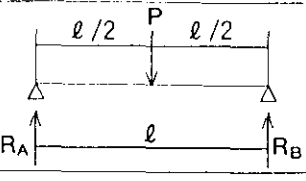
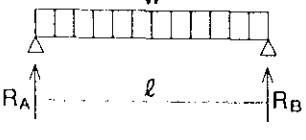
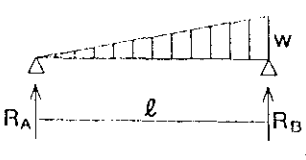
표 3.2 허용처짐량

| 지간:ℓ  | 보 식 지 보 공  |            |            |                          |
|-------|------------|------------|------------|--------------------------|
|       | 5m이하       | 10m이하      | 15m이하      | 15m이상                    |
| 허용처짐량 | $\ell/200$ | $\ell/300$ | $\ell/400$ | $\ell/500 \sim \ell/500$ |



(1) 동바리의 처짐을 검토하는 경우의 계산방식은 표 3.3에 과 같다.

표 3.3 단순보의 반력, 휨모멘트, 처짐 계산식

| 하 중 상 태                                                                             | 반력(전단력)                                        | 휨모멘트                                   | 처 짐                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|    | $R_A = \frac{b}{l} P$<br>$R_B = \frac{a}{l} P$ | $M_{\max} = \frac{ab}{l} P$            | $\delta_c = \frac{Pa^2b^2}{3EI l}$      |
|    | $R_A = R_B = \frac{P}{2}$                      | $M_{\max} = \frac{P l}{4}$             | $\delta_{\max} = \frac{P l^3}{48EI}$    |
|    | $R_A = R_B = \frac{w l}{2}$                    | $M_{\max} = \frac{w l^2}{8}$           | $\delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{384EI}$ |
|  | $R_A = \frac{w l}{6}$<br>$R_B = \frac{w l}{3}$ | $M_{\max} = \frac{w l^2}{9\sqrt{3}} P$ | $\delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{768EI}$ |

## (2) 지주의 탄성 수축량 계산

지주의 탄성 수축량을 계산하는데는 보의 경우와 같이 영계수를 이용한다.

또, 계산에 의해 구하는 것이 가능한데 배면의 높은 동바리의 경우에는 일조량에 의한 온도변화도 지보공의 변위에 관계하므로 콘크리트의 타설순서를 고려하여야 한다.

지주의 수축량( $\Delta L$ )은 다음 식에 의해 계산된다.

$$\Delta L = \frac{PL}{EA} \text{ (m)}$$

여기서 L : 지주의 길이 (m)

P : 연직하중(kgf)

G : 영계수 ( $\text{kgf/m}^2$ )

A : 단면적

### 3) 이음매의 변위량

이음매의 변위량은 중방향 이음매의 정도, 재질에 따라 변하는데 개략의 값은 표 3.4와 같다.

표 3.4 이음매의 변위량

| 부 재                        | 변위량(mm)  |
|----------------------------|----------|
| 강 지 주 - 강 주                | 0.5 ~1.0 |
| 강 지 주 - 목 재                | 1.0 ~2.0 |
| 강 지 주 - 강 판                | 0.5 ~1.0 |
| 목 재 - 목 재<br>(섬유방향 - 섬유방향) | 1.0 ~2.0 |
| 목 재 - 목 재<br>(섬유방향 - 직각방향) | 0.5 ~1.0 |
| 목 재 - 목 재<br>(직각방향 - 직각방향) | 1.0 ~2.0 |
| 砂箱                         | 3.0 ~6.0 |

표 3.4의 값은 허용지압 응력내에서의 수치이고, 그 값을 초과하면 소성변형을 나타내고 콘크리트 타설후에 구조물에 좋지 않은 영향을 준다.

### 라. 조립도의 검토 및 시공정도

동바리의 설계 특히 지보공의 설계에는 표준화된 모델을 이용하여 계산하는 것이 일반적이다.

그 결과 실제로는 부재 상호간의 중심 차이 등 시공시의 오차에 기인하는 2차적인 작용력이 발생하는 것이 고려되지 않는 경우가 있으므로 거푸집 및 동바리 작업책임자는 부재 조립에 따른 허용오차, 허용편심량 등을 미리 규정하고 이

허용치를 기준으로 하여 조립되는 것을 표 3.5의 항목을 중심으로 확인하여야 한다.

또 동바리의 이상을 파악하기 위해 콘크리트 타설중 동바리의 수평, 수직 변위를 측정하여야 한다.

표 3.5 동바리 시공 확인 점검항목

| 구 분          | 확 인 항 목                                                                                          | 확인결과 | 산안법 기준 |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| 전반           | 조립 도에 의한 조립여부<br>사용부재의 손상,변형,부식                                                                  |      |        |
| 기초지반         | 강우시의 느슨해진 상태                                                                                     |      |        |
| 기초콘크리트       | 부재치수(길이, 폭, 두께)<br>평탄성<br>콘크리트 강도                                                                |      |        |
| 재키받침<br>(띠장) | 부재의 변형 유무<br>수평도<br>스티프너에 의한 재하점 보강                                                              |      |        |
| 재키           | 상하부재에 대한 볼트 고정상태<br>상하부재 중심과 재키중심의 합치<br>연직도<br>전도방지 조치<br>재하 성능의 여유능력<br>최대 스트로크에 대한 여유         |      |        |
| 조정피스         | 볼트에 의한 피스                                                                                        |      |        |
| 지주받침보        | 부재변형의 유무<br>수평도<br>스티프너에 의한 재하점 보강                                                               |      |        |
| 지주           | 부재변형의 유무<br>연직도<br>횡연결재(수평연결재)의 설치<br>사재의 설치, 사재접합부의 강도<br>기설 콘크리트에 연결재 설정<br>볼트에 의한 고정, 접합, 이음부 |      |        |

| 구 분                    | 확 인 항 목                                                                                                              | 확인결과 | 산안법 기준 |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| 띠장                     | 부재의 변형 유무<br>수평도<br>스티프너에 의한 재하점 보강                                                                                  |      |        |
| 브래킷 및<br>앵커볼트          | 볼트의 체결 갯수<br>볼트위치의 확보<br>(콘크리트 타설 대비)<br>볼트구멍의 상태, 용접여부                                                              |      |        |
| 받침보                    | 지주받침보와 받침보 또는<br>브래킷과 볼트의 체결 여부<br>횡전도방지 구조의 간격<br>메이커의 사양에 의한 조립 확인<br>기설 콘크리트, 받침보에서의 뒤<br>틀림 방지용 캄버재, 스페이서의<br>설치 |      |        |
| 콘크리트 타<br>설시 동바리<br>점검 |                                                                                                                      |      |        |

### 3. 콘크리트 타설

콘크리트를 타설 할 때에는 타설계획에 의해 콘크리트의 타설 순서, 운반타설 기재의 정비 및 배치, 작업원 배치 등의 확인을 해 두어야 한다. 특히 콘크리트의 타설 방법, 콘크리트 타설 순서에 의해 거푸집 및 동바리에 불균형한 힘이 작용하게 되고 동바리 파괴로 이어지는 경우가 많으므로 주의하여 타설하여야 한다.

또한 앞서 타설된 콘크리트에 인장력, 진동 등에 의한 영향을 주지 않도록 타설해야 한다.

#### 가. 콘크리트 운반

콘크리트의 운반 타설 방법에는 바켓, 펌프, 콘크리트 프래셔, 벨트컨베이어, 슈트 등이 있다.

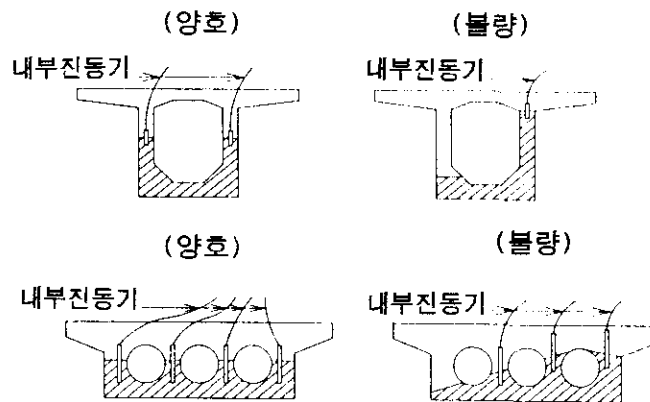
운반차, 바켓, 슈트 등에 의해 타설하는 경우에는 거푸집 및 동바리에 충격을 줄이기 위해 가능한 한 콘크리트 방출고를 작게 한다.

콘크리트 펌프, 콘크리트 프레스 등을 이용하는 경우에는 비계에 수송관을 견고하게 고정하고 압송중의 진동이 동바리에 전파되지 않도록 쿠션재 등을 이용하여 보강한다.

#### 나. 콘크리트 타설순서

콘크리트를 타설할 때는 불균형한 힘에 의해 거푸집 및 동바리에 국부적으로 큰 변형을 주거나 앞서 타설된 콘크리트에 나쁜 영향을 끼치는 수가 있으므로 주의해야 한다. 콘크리트 타설 순서를 결정하는데 주의할 사항은 다음과 같다.

- 1) 동바리에 수평하중을 발생시키거나 거푸집 일부에 집중적인 하중이 작용하거나 일부분에 치우치도록 하는 것을 피한다.
- 2) 거푸집이 경사가 진 경우에는 아래 방향으로부터 타설하고 타설후 콘크리트가 이동하지 않도록 주의한다.
- 3) 동바리는 균등하게 재하되는 것이 바람직하고 전체적으로 바닥판-웹-슬래브 등의 순서로 타설한다.



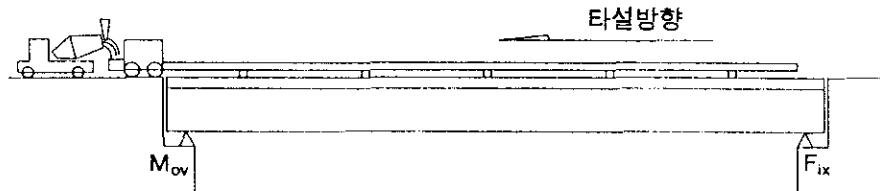
[그림3-7] 거푸집 변형을 최소로 하기 위한 타설 방법

- 4) 동바리 기초의 침하 혹은 지주, 이음부 등에서의 침하가 예측되는 경우에 동바리를 안정시키기 위해 침하량이 크다고 예측되는 곳에 콘크리트를 먼저 타설하여 예상되는 침하를 추진시킨다.
- 5) 박스형 단면의 경우 콘크리트 타입기에 의한 거푸집의 변형을 방지하기 위해서는 단면에 대해 [그림3-7]과 같이 콘크리트 타입 높이를 균등하게 한다.

일반적인 콘크리트 타설 순서는 다음과 같다.

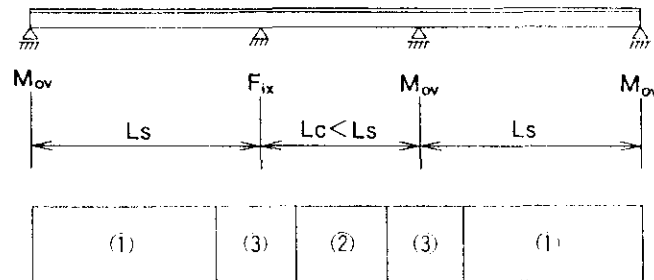
#### 1) 단순형 교량

고정 단으로부터 가동 단으로 타설한다.

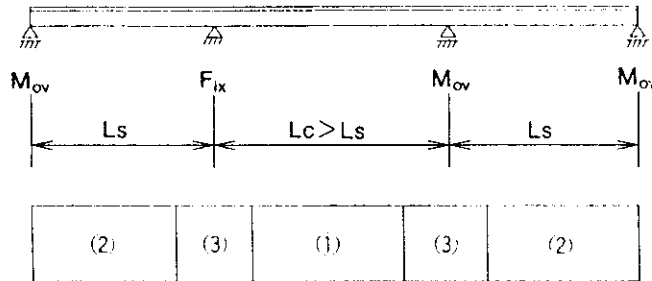


[그림3-8] 단순 보의 타설

#### 2) 삼경간 연속교



[그림3-9] 3경간 연속 보의 경우( $L_c < L_s$ )



[그림3-10] 3경간 연속 보의 경우( $L_c > L_s$ )

중간지점부근 ③과 같이 부모멘트가 발생하는 곳에는 다음 블록 ①, ②를 타설할 때 콘크리트에 인장력이 미치므로 나중에 타설한다.

다음 span  $\ell$ 의 받침보에서 타설 순서의 상이함에 따라 단면적 변화에 대해 일본 도로기술센터의 “특수 지보공 설계 시공”의 연구 결과를 인용하면 다음과 같다.

표 3.6은 콘크리트를 보 단부부터 타설하는 경우와 경간 중앙에서 부터 타설하는 경우의 단면력 추이를 나타내고 있다.

도표를 보는 방법은

보 단부에서의 편측 시공으로 경간 중앙까지 콘크리트를 타설한 경우 (그림3.9의 II)  $\ell/4$ 지점 [그림3.8]의 ②의 지점의 휨모멘트 및 처짐을 구하여 보면

휨모멘트:

표 3.6에서 나타난 값은 8이므로

$$M = 8 \times \frac{1}{128} w \ell^2$$

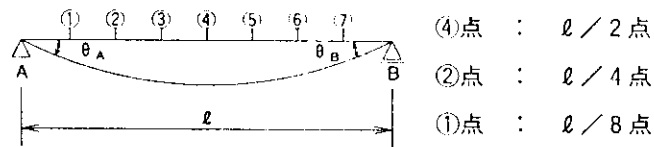
처짐은

표 3.7에서 나타낸 값이 124이므로

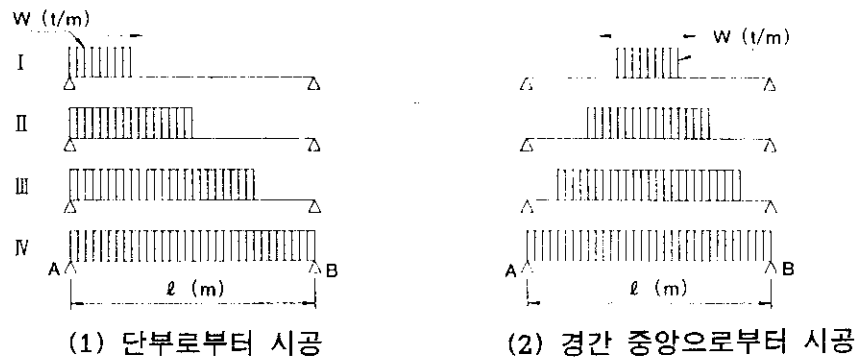
$$\delta = 124 \times \frac{1}{248} \times \frac{w \ell^4}{12EI}$$

으로 구할 수 있다.

이와 같이 동바리에 급격한 변화를 주지 않도록 콘크리트 타설량에 따라 타설 순서를 결정하는 것이 좋다.



[그림3-11] 3경간 연속 보의 경우



[그림3-12] 콘크리트 타설 순서



표 3.6 휨모멘트의 추이(  $-\frac{1}{128wl^2}$  )

| 시공<br>상태 | 단부로 부터 시공 |      |      |      |      |      |     | 경간 중앙으로 부터의 시공 |      |      |      |      |      |     |
|----------|-----------|------|------|------|------|------|-----|----------------|------|------|------|------|------|-----|
|          | ①         | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    | ⑦   | ①              | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    | ⑦   |
| I        | 2.5       | 3.0  | 2.5  | 2.0  | 1.5  | 1.0  | 0.5 | 2.0            | 4.0  | 6.0  | 7.0  | 6.0  | 4.0  | 2.0 |
| II       | 5.0       | 8.0  | 9.0  | 8.0  | 6.0  | 4.0  | 2.0 | 4.0            | 8.0  | 11.0 | 12.0 | 11.0 | 8.0  | 4.0 |
| III      | 6.5       | 11.0 | 13.5 | 14.0 | 12.5 | 9.0  | 4.5 | 6.0            | 11.0 | 14.0 | 15.0 | 14.0 | 11.0 | 6.0 |
| IV       | 7.0       | 12.0 | 15.0 | 16.0 | 15.0 | 12.0 | 7.0 | 7.0            | 12.0 | 15.0 | 16.0 | 15.0 | 12.0 | 7.0 |

표 3.7 처짐량 추이 (  $-\frac{1}{2048} - \frac{wl^4}{12EI}$  )

| 시공<br>상태 | 단부로 부터 시공 |       |        |       |        |       |        | 경간 중앙으로 부터의 시공 |        |        |        |        |        |        |
|----------|-----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | ①         | ②     | ③      | ④     | ⑤      | ⑥     | ⑦      | ①              | ②      | ③      | ④      | ⑤      | ⑥      | ⑦      |
| I        | 23.0      | 39.0  | 46.25  | 46.0  | 39.25  | 29.0  | 15.25  | 46.0           | 86.0   | 114.0  | 124.25 | 114.0  | 86.0   | 46.0   |
| II       | 69.25     | 124.0 | 155.25 | 160.0 | 141.0  | 104.0 | 55.0   | 86.0           | 160.0  | 210.25 | 228.0  | 210.25 | 160.0  | 86.0   |
| III      | 109.0     | 199.0 | 256.5  | 274.0 | 250.0  | 189.0 | 101.25 | 114.0          | 210.25 | 274.0  | 296.25 | 274.0  | 210.25 | 114.0  |
| IV       | 124.25    | 228.0 | 296.25 | 320.0 | 296.25 | 228.0 | 124.25 | 124.25         | 228.0  | 296.25 | 320.0  | 296.25 | 228.0  | 124.25 |

#### 다. 콘크리트 타설전·타설중 동바리의 점검

콘크리트 타설 직전에 체크리스트에 의해 계획대로 조립이 되어 있는지의 이상유무를 점검하고 필요에 따라 보수·보강 등을 해야 한다.

특히 조립후 얼마간 방치된 후 콘크리트를 타설하는 경우에는 특히 주의를 요한다.

콘크리트 타설중의 점검은 모르터의 누설, 이동, 기울기, 침하 접속부의 위격 등 이상유무를 검사하여야 한다. 거푸집 바닥판의 변형은 동바리의 변위나 지반의 침하에 의한 것이 대부분이다.

콘크리트 타설중 처짐을 측정하고 계산치와 비교하여 안전을 확인하는 것이 필요하다.

이러한 점검 감시 측정은 표 3.5의 시공 확인항목을 참고하도록 하며 이상이 발견될 경우 즉시 타설 작업을 중지할 것인가의 판단기준이나 비상시의 대처방법에 대해서도 검토를 하여야 한다.

콘크리트의 타설중 처짐, 지점부의 처짐각 등은 표 3.1, 표 3.2, 표 3.3을 이용하도록 한다.

#### 4. 해체작업

동바리를 떼어낼 때에는 콘크리트의 자중, 기타 하중에 필요한 강도에 도달하였는가를 현장과 동일한 조건에서 양생된 공시체를 이용하여 확인하고 충격에 의해 균열 혹은 부서져서 손상될 우려가 있으므로 충격을 주지 않도록 한다.

##### 가. 해체시기

거푸집 및 동바리는 콘크리트가 소정의 강도로 경화하여 동바리에 대한 하중이 증가하지 않게 되기까지 존치하여야 한다.

특히 동바리는 콘크리트 구조물이 자체중량 및 구조물에 가해지는 하중을 견딜 수 있는 정도의 강도에 도달하기까지 해체해서는 안된다.

또한 콘크리트가 필요한 강도에 도달하였는가를 판단하는 데에는 구조물과 동일한 조건에서 양생된 콘크리트 공시체의 압축강도에 의해서 하는 것이 원칙이나 공시체는 구조물과 비교하면 비교적 작아 온도와 건조 등의 영향에 따라 구조물의 콘크리트와 압축강도가 다른 경우가 있으므로 해체시기를 결정하는데는 주의를 요한다.

해체시기의 결정에는 시멘트의 종류, 배합설계, 혼화재 사용, 부재의 크기, 받는 하중, 구조물의 종류, 중요도, 천후, 기온 등을 고려하여야 하며 건설부 제정 콘크리트 표준시방을 참고한다.

표 3.8 거푸집 존치기간

| 시멘트의 종류    | 부재단면의 거푸집 | 부재저면의 거푸집 | span 6m 미만의 아치샌들 | span 6m 이상의 아치샌들 |
|------------|-----------|-----------|------------------|------------------|
| 보통포틀랜드 시멘트 | 3 ~ 4 일   | 7 일       | 10 ~ 15 일        | 14 ~ 21 일        |
| 조강포틀랜드 시멘트 | 1 ~ 2 일   | 2 ~ 4 일   | 7 ~ 10 일         | 8 ~ 14 일         |

### 나. 해체순서

동바리의 해체가 진행됨에 따라 구조물의 자중이 동바리로 부터 구조물 자체의 능력으로 지탱이 되도록 옮겨가므로 이때 설계시 예상치 못한 유해 응력이 발생치 않도록 동바리의 해체순서를 고려하여야 한다. 거푸집의 해체순서는 비교적 하중을 받지 않는 부분부터 해체하고 순차적으로 중요한 부분을 해체한다. 예를 들면 기둥, 벽 등의 연직부재의 거푸집은 슬래브, 보 등의 수평부재의 거푸집보다 빨리 해체하는 것이 통례이고, 보의 양측면 거푸집은 지반보다 빨리 철거한다.

동바리의 해체는 지주 두부에 설치한 재키를 풀어 콘크리트 하중을 제거하고 다음과 같은 순서에 의해 실시하도록 한다.

- 1) 재키의 침하장치를 서서히 풀면 동바리에 작동하고 있던 하중을 연차구조물로 옮기게 되는데 이때 구조물에 악영향을 주지 않도록 한다.  
교축 방향에는 span의 중앙 동바리부터 양단 지지부 쪽으로 진행한다.  
또, 교축 직각방향에 대해서는 가능한 한 교축에 대해 대칭으로 해체를 하고 일편으로만 해체를 할 경우에는 휨모멘트를 발생시키므로 작업상황에 따라 어쩔 수 없는 경우에는 그 응력에 대해 검토를 한 후에 실시한다.
- 2) T형 보의 교축 직각방향에서는 flange를 지지하는 지주를 web의 지주보다 빨리 철거한다.
- 3) 연속 보의 경우 전체구조물의 콘크리트 타설이 종료되기 전에 동바리의 일부를 해체하는 경우 응력에 미치는 영향을 면밀히 검토하여야 한다.

4) 시멘트의 수화열에 의해 콘크리트의 내부온도가 높은 때에는 거푸집을 해체하면 표면온도가 갑자기 내려감으로 인해 균열이 발생할 우려가 있으므로 탈형해도 균열 등이 발생되지 않는 시기까지 존치한다.

5) PC구조물의 동바리 해체

PC구조물은 프레스트레스를 주어 구조물의 강도를 얻는 것으로 프레스트레스를 주기 전에 만일 동바리가 침하하면 유해한 균열이 발생한다. 따라서 PC 구조물에서는 침하가 가능한 한 발생되지 않는 동바리를 설계해야 한다.

프레스트레스를 줄 때 지지단이 미끄러지지 않거나 동바리가 구조물의 미끄러짐을 방해하거나 하여 구조물의 수축을 구속하면 소정의 프레스트레스를 줄 수 없게 된다. 또한 보식 거푸집 지보공에서는 타설된 콘크리트 중량에 의한 보의 탄성변위량이 크고 프레스트레스 도입에 따른 구조물의 굽혀짐 등에 의해 동바리가 떨어지지 않던가 받침 보의 복원에 의한 상향력을 받을 수 있으므로 프레스트레싱과 동시에 동바리를 침하시키는 등의 조치를 하여야 한다.

6) 동바리의 해체순서는 원칙적으로 조립순서와 역으로 한다. 그러나 해체 시에는 동바리 위에 본체 구조물이 있으므로 조립의 경우와 다른 경우가 있다.

특히 동바리가 조립해체에 크레인 등 양중장비를 이용하는 경우

가) 상방공간의 사용되는 장소까지 동바리 부재를 이동시킨다.

나) 본체구조물의 해체 등 앵커를 설치한다.

다) 해체시 동바리가 전도하지 않도록 삼각 와이어로프를 설치

## 5. 기성 가설기자재 사용

건설공사에서는 비계, 동바리 등의 각종 가설비가 사용되고 있으며 이러한 설비를 구성하고 있는 부재(가설기자재)는 장기간에 걸친 반복 사용으로 인한 강도의 저하가 현저하다.

이러한 가설기자재의 강도 저하는 비계나 동바리의 붕괴, 도괴 등 중대재해를 일으키게 되고 이러한 중대재해를 방지하기 위하여는 가설기자재가 일정기준에 의해 적절하게 관리되고 항시 결함이 없는 충분한 강도를 갖는 기자재의 사용이 중요하다.

이에 따라 가설구조물의 안전성을 확보하기 위해 91년 산업안전보건법 제 33조 제 3항 및 제 5항의 규정과 동법 시행령 제 27조에 의거 추락 및 붕괴 등의 위험방지에 필요한 파이프썬포트, 강관틀 비계 등 17종에 대하여 노동부 고시 제 91-101호(가설기자재 성능검정 규격)로 사용재료 및 구조규격, 기타의 기계적 성질에 대하여 정하고, 이 규격이 적용되는 가설기자재에 대해서는 노동부 고시 92-103호(위험기계기구 방호장치 성능검정 절차에 관한 규정)에 의해 검정을 필한 합격품에 한하여 생산 및 사용을 하도록 하고 있다.

거푸집 및 동바리의 재료로서 기성의 가설기자재를 사용할 때 이 고시에 해당되는 규격이 적용되는 가설기자재에 대해서는 각각 규격 등에 의한 검정 합격품을 사용하여야 한다.

또한 가설기자재 중에서 상기의 규격 등이 적용되지 않는 가설기자재에 대해서는 사용할 때의 하중조건에 따라 강도 등이 충분한 것을 자체검사를 통해서 확인하고 이 경우 안전성의 확인방법에는 제조회사의 시험성적, 성능 자료 등을 면밀히 검토하고 결정하도록 한다.

또한 가설기자재는 신품으로 규격 등에 적합한 것이었어도 오랜 기간의 사용 또는 반복사용 등에 의한 강도 저하의 우려가 있으므로 현장에서

이러한 제품을 반입할 경우 관리기준 등을 설정하고 현저한 부식, 손상, 변형 또는 이상이 확인된 것을 사용하여서는 아니된다.

#### 가. 가설기자재의 관리

가설기자재의 관리라 함은 일반적으로 성능검정 합격품인 신품의 가설기자재는 제외하고 반복하여 재사용 하고자 하는 가설기자재의 사용가부의 판별, 정비, 수리, 성능시험, 폐기 등 일련의 행위를 말한다.

또한 그 관리 범위는 재사용 할 것인가?, 폐기할 것인가를 결정하여 재사용 품에 대하여는 정비, 수리, 재사용 가부를 판단하기 위한 성능시험 등을 말한다.

이러한 가설기자재의 재사용 품은 정비, 수리 또는 재사용 가부를 판단하기 위한 성능시험 이 끝난 물품에 대하여 일정 표식을 하여 관리하므로서 폐기 품과의 혼용으로 인한 붕괴, 도괴 등의 위험에 대비할 수 있도록 하여야 한다.

반복 사용하고자 하는 가설기자재의 판별에는 변형, 손상, 녹슬음 등의 정도에 따라 다음 4단계 정도의 구분으로 분류한다.

(가) A급 - 변형, 손상 및 녹슬음 등이 없거나 약간 있는 형태로서 수리를 하지 않더라도 강도상의 영향이 거의 없는 정도.

(나) B급 - 일부 변형 등이 있으나 부품을 교환하여 사용하거나 약간의 교정으로 가능한 상태.

(다) C급 - 녹슬음이 상당한 상태이거나, 내용기간이 지난 상태

(라) D급 - 중요한 구조부분의 변형, 손상 및 녹슬음 등이 현저하여 수리 불능이거나 수리비용이 과다할 경우

등 4단계 정도로 분류하여 A, B급은 재사용을 하고 C급은 성능시험을 할 수 있는 경우, 시험으로서 사용가부를 판단하고 시험을 할 수 없는 경

우에는 D급과 마찬가지로 폐기하도록 한다.

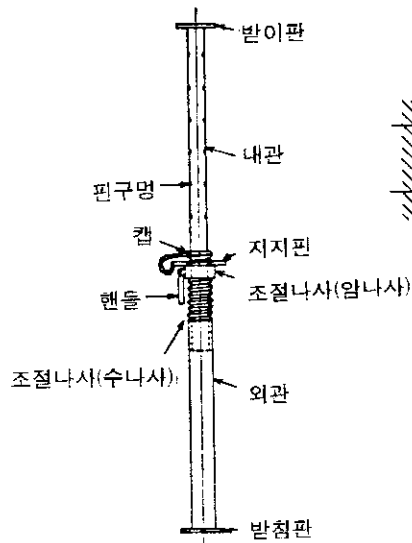
선별시기는 현장으로부터 보관소로 반출이 될 때이거나, 타현장으로 이송될 경우 또는 보관소에 장기간 지체하여 출하될 경우 등에 하도록 한다.

이와 같이 선별된 기자재를 재사용 가능한 모든 기자재에 사용기간의 장,단이나 콘크리트 등의 부착물의 부착정도에 관계없이 부착물 등을 을 제거하고 나사관, 볼트, 너트 등의 세세한 부분까지 주유를 하는 등 정비를 하고 기자재를 재사용 상태로 복원시키기 위해 변형(휨, 뒤틀림 등)의 교정, 부분적 손상부분의 용접, 도장, 도금, 부품의 교환 등의 수리를 하여 항상 사용 가능한 상태를 유지하기 할 수 있도록 한다.

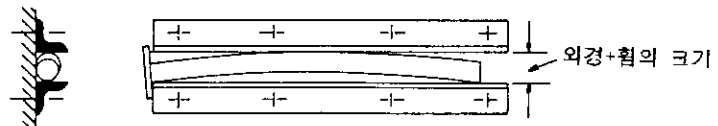
#### 나. 기성가설재 종류별 점검표

이하 각각의 점검 표는 현장에 가설기자재를 반입할 경우 불량품을 배제하기 위한 목적으로 작성된 체크리스트로서 가설기자재의 사용가부를 판별할 때 참고하기 바란다.

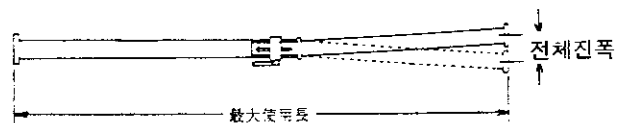
##### 1) 등바리용 파이프 쉼포트



[그림3-13] 파이프쉼포트



[그림3-14] 휨량의 측정



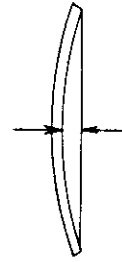
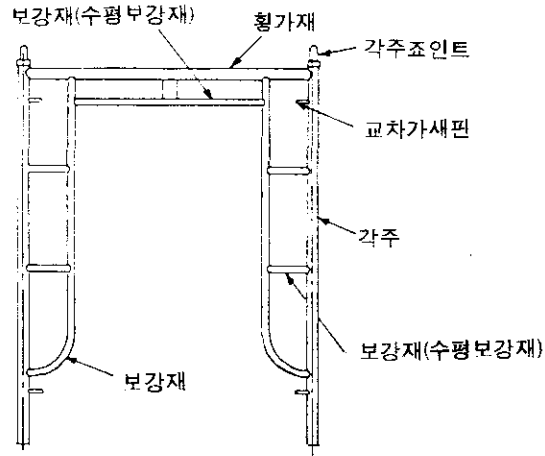
[그림 3-15] 진폭

표 3.9 파이프 서포트 부위별 판별

| 부위, 항목                                                                 | 사용가능(A,B급)                                                 | 사용불능(C,D급)                                  |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. 받이관 및 받침관<br>1) 변형(손상)<br>2) 용접 떨어짐<br>3) 녹슬음<br>4) 관 두께            | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간<br>5.4mm이상                      | 있음<br>현저함<br>현저함<br>5.4mm미만                 |
| 2. 내관<br>1) 휨<br>2) 균열<br>3) 찌그러짐<br>4) 핀 구멍의 변형<br>5) 녹슬음<br>6) 관 두께  | 6mm미만<br>없음<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>2.2mm이상 | 6mm이상<br>있음<br>현저함<br>현저함<br>현저함<br>2.2mm미만 |
| 3. 지지 편<br>1) 휨(손상)<br>2) 녹슬음<br>3) 사슬<br>4) 직경                        | 없음<br>없음 또는 약간<br>없음<br>11mm이상                             | 현저함<br>현저함<br>탈락 또는 손상<br>11mm미만            |
| 4. 조절나사(수나사)<br>1) 나사 부의 마모<br>2) 균열<br>3) 녹슬음<br>4) 핸들 부의 파손          | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간<br>없음                           | 현저함<br>있음<br>약간<br>탈락 또는 손상                 |
| 5. 조절나사(암나사)<br>1) 나사부의 마모<br>2) 균열<br>3) 구멍의 변형<br>4) 녹슬음<br>5) 캡의 이상 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>없음               | 현저함<br>있음<br>현저함<br>현저함<br>탈락 또는 손상         |
| 6. 외관<br>1) 휨<br>2) 균열<br>3) 찌그러짐<br>4) 녹슬음<br>5) 관 두께                 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>2.0mm이상          | 현저함<br>있음<br>현저함<br>현저함<br>2.0mm미만          |
| 7. 기타<br>받이관의 진동                                                       | 최대사용길이의<br>1/55이하                                          | 최대사용길이의<br>1/55이상                           |



## 2) 틀 비계



\* 휨의 있음은 5mm이상을 말함

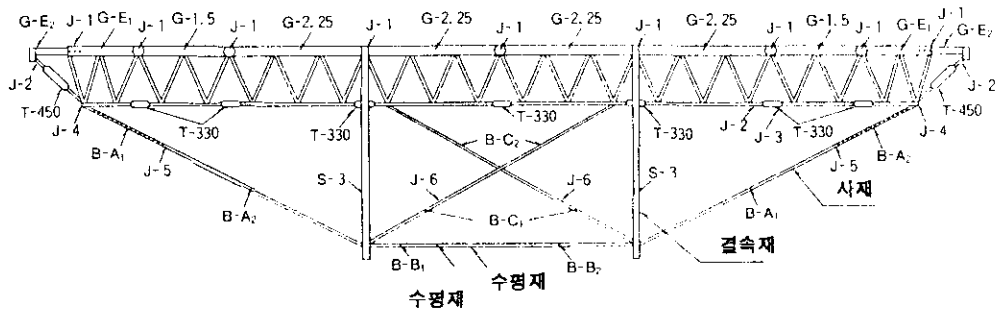
[그림3-16] 강관틀

[그림3-17] 휨의 정도 판별

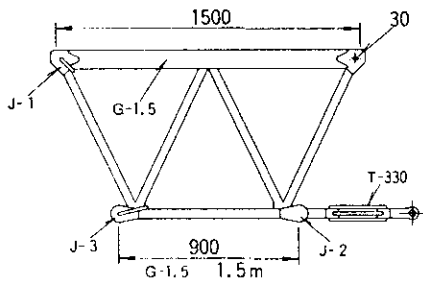
표 3.10 강관틀의 부위별 판별

| 부위 항목                                                                                   | 사용가능                                                          | 사용불능                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. 각주<br>1) 휨<br>2) 균열<br>3) 찌그러짐<br>4) 녹슬음<br>5) 관두께<br>6) 교차가새 편의 이상<br>7) 각주 조인트의 이상 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>2.2mm이상<br>없음<br>없음 | 현저함<br>있음<br>현저함<br>있음<br>2.2mm이하<br>있음<br>있음 |
| 2. 횡가재<br>1) 휨<br>2) 균열<br>3) 찌그러짐                                                      | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간                                    | 현저함<br>있음<br>현저함                              |
| 3. 보강재<br>1) 휨<br>2) 균열<br>3) 찌그러짐                                                      | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간                                    | 현저함<br>있음<br>현저함                              |
| 4. 기타<br>용접부의 손상                                                                        | 없음 또는 약간                                                      | 현저함                                           |

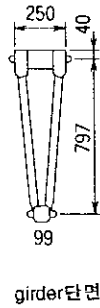
3) 중지보빔(peco girder)



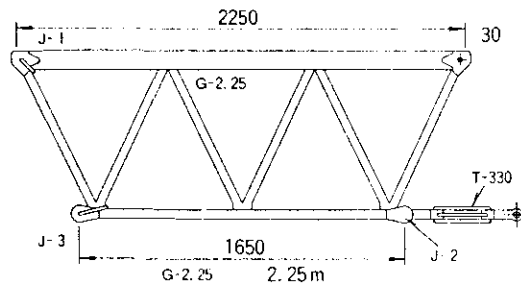
peco girder



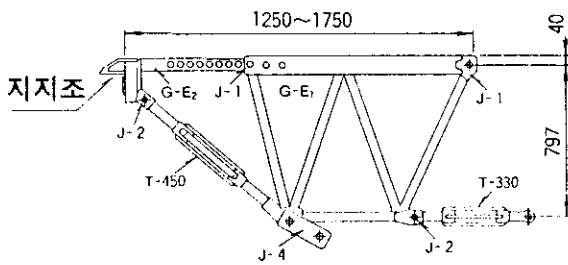
중간 girder



girder단면

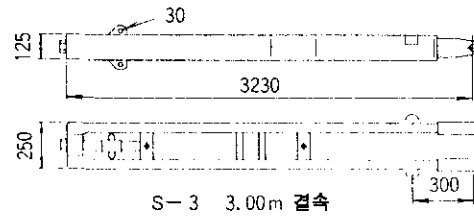


중간 girder



G-E 단 girder

단 girder



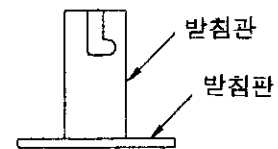
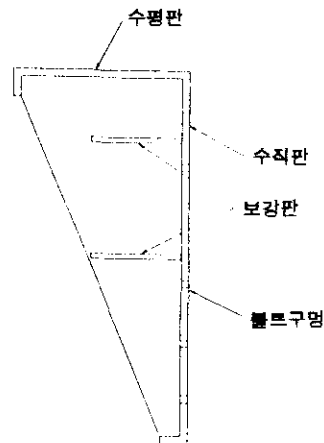
## 결속재

[그림3-18] 중지보빔(peco girder)

표 3.11 중지보빔(peco girder)의 부위별 판별

| 부 위. 항 목                                                 | 사 용 가 능                    | 사 용 불 능          |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|
| 1. 지지조<br>1) 변형<br>2) 용접부위 손상<br>3) 볼트구멍 손상              | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간 | 현저함<br>있음<br>현저함 |
| 2. 중간거더 및 단부거더<br>1) 변형 또는 휨<br>2) 용접부위 손상<br>3) 볼트구멍 손상 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 또는 약간 | 현저함<br>있음<br>현저함 |
| 3. 결속재, 사재, 수평재<br>1) 변형 또는 휨<br>2) 볼트구멍 손상              | 없음 또는 약간<br>없음 또는 약간       | 현저함<br>현저함       |
| 4. 기타<br>1) 핀 및 볼트의 손상                                   | 없음                         | 있음               |

#### 4) 브래킷



[그림3-19] 브래킷 구조

[그림3-20] 고정형 받침 철물

표 3.12 브래킷의 부위별 판별

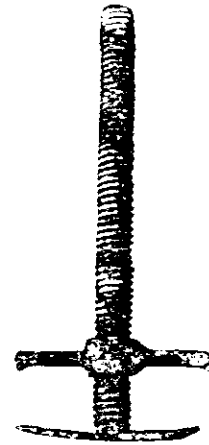
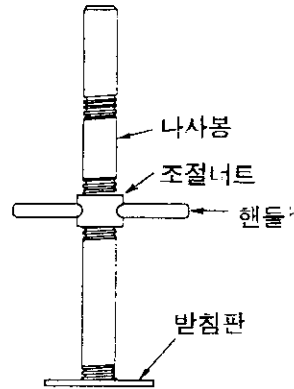
| 부위. 항목                                 | 사용가능           | 사용불능      |
|----------------------------------------|----------------|-----------|
| 1. 수직, 수평 및 보강판<br>1) 변형<br>2) 용접부위 손상 | 없음 또는 약간<br>없음 | 현저함<br>있음 |
| 2. 기타<br>볼트구멍의 손상                      | 없음 또는 약간       | 현저함       |

5) 고정형 받침 철물

표 3.13 고정형 받침 철물의 부위별 판별

| 부위. 항목                                       | 사용가능                                         | 사용불능                         |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
| 1. 받침판<br>1) 균열<br>2) 변형<br>3) 녹슬음<br>4) 판두께 | 없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>2.2mm 이상 | 있음<br>현저함<br>현저함<br>2.2mm 이하 |
| 2. 받침판<br>1) 변형<br>2) 녹슬음<br>3) 판두께          | 없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>5.4mm 이상             | 현저함<br>현저함<br>5.4mm 이하       |
| 3. 기타<br>받침판, 받침판의 이음부                       | 없음 또는 약간                                     | 현저함                          |

6) 조절형 반침 철물

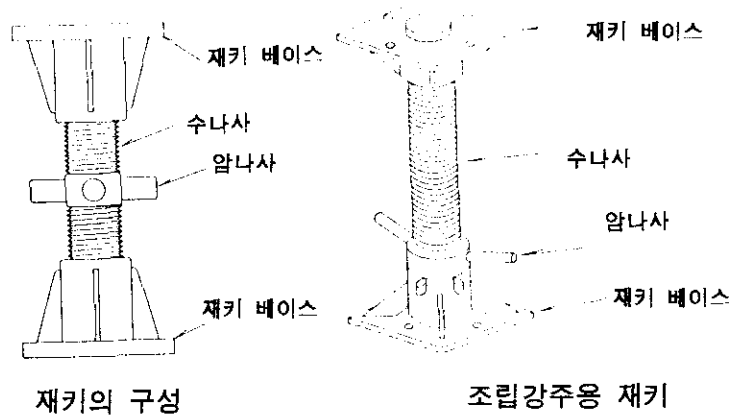


[그림 3-21] 조절형 반침철물      [그림 3-22] 변형 부식된 예

표 3.14 조절형 반침철물 의 부위별 판별

| 부위.항목                                                | 사용가능                            | 사용불능                 |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 1. 나사 봉<br>1) 휨<br>2) 녹슬음<br>3) 나사부의 변형              | 없음<br>없음 또는 약간<br>없음            | 현저함<br>현저함<br>있음     |
| 2. 반침판<br>1) 변형<br>2) 녹슬음<br>3) 판 두께                 | 없음 또는 약간<br>없음 또는 약간<br>5.4mm이상 | 있음<br>현저함<br>5.4mm이하 |
| 3. 기타<br>1) 조절너트(핸들)의 이상<br>2) 용접 떨어짐<br>3) 콘크리트의 부착 | 없음<br>없음<br>없음 또는 약간            | 있음<br>현저함<br>현저함     |

## 7) 재키

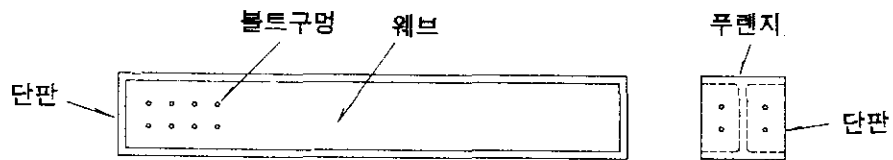


[그림 3-23] 재키의 구성

표 3.15 재키의 부위별 판별

| 부위. 항목                                                   | 사용가능                       | 사용불능                  |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| 1. 재키 받침부<br>1) 변형<br>2) 용접부위 손상                         | 없음 또는 약간<br>없음             | 현저함<br>있음             |
| 2. 수 나사<br>1) 나사산의 마모<br>2) 균열                           | 없음 또는 약간<br>없음             | 현저함<br>있음             |
| 3. 암나사<br>1) 나사부의 마모<br>2) 용접부의 손상<br>3) 균열<br>4) 핸들의 손상 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음<br>없음 | 현저함<br>있음<br>있음<br>있음 |

8) H형강

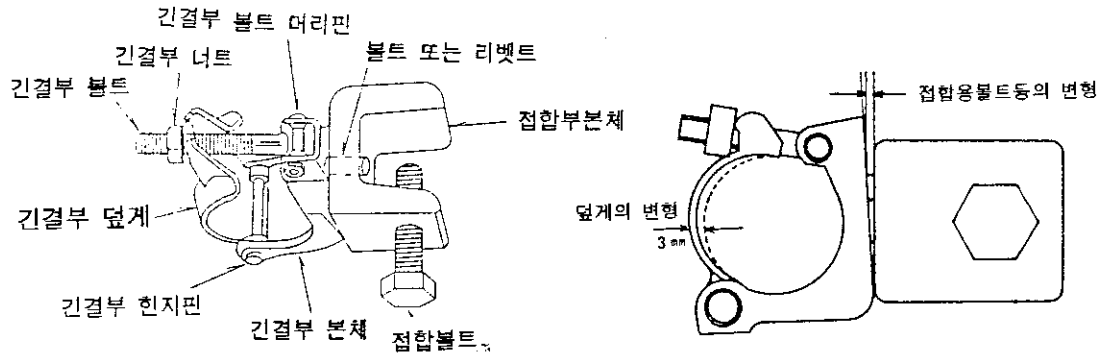


[그림3-24] H형강의 도식

표 3.16 H형강의 부위별 판별

| 부위 항목                                               | 사용가능                 | 사용불능            |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-----------------|
| 1. 후렌지, 웨브<br>1) 변형<br>2) 균열                        | 없음 또는 약간<br>없음       | 현저함<br>있음       |
| 2. 단판<br>1) 변형                                      | 없음 또는 약간             | 현저함             |
| 3. 기타<br>1) 볼트구멍의 변형<br>2) 불필요한 용접물<br>3) 소요외의 볼트구멍 | 없음 또는 약간<br>없음<br>없음 | 현저함<br>있음<br>있음 |

# 6) 철골용 크래프



[그림3-25] 크래프 구성도 [그림 3-26]접합용 리벳트의 변형

표 3.17 철골용 크래프의 점검표

| 부위 항목       |                      | 사용가능     | 사용불능   |
|-------------|----------------------|----------|--------|
| 긴<br>결<br>부 | 1. 본체 및 덮개           |          |        |
|             | 1) 변형(손상)            | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 2) 균열                | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 3) 녹슬음               | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 4) 힌지부의 벌어짐          | 2mm미만    | 2mm이상  |
|             | 5) 힌지부 판의 손상         | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 6) 지지부의 변형           | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 7) 판두께               | 3mm이상    | 3mm미만  |
|             | 2. 볼트, 너트 부분         |          |        |
|             | 1) 너트의 작동            | 이상 없음    | 이상없음   |
| 고<br>정<br>부 | 2) 변형(손상)            | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 3) 녹슬음               | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 4) 볼트 끝부분의 변형        | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 5) 볼트의 직경            | 9mm이상    | 9mm미만  |
|             | 3. 본체                |          |        |
|             | 1) 변형(손상)            | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 2) 균열                | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 3) 녹슬음               | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 4. 볼트                |          |        |
|             | 1) 변형                | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 2) 녹슬음               | 없음 또는 약간 | 현저함    |
|             | 3) 볼트의 직경            | 11mm이상   | 11mm미만 |
|             | 5. 기타<br>접합리벳트 등의 변형 | 없음       | 현저함    |



## 제 4장 결 론

교량 건설공사에서의 동바리 붕괴. 도괴재해는 대형의 물적 피해는 물론이고 다수의 희생자를 동반하는 중대재해가 된다.

이러한 구조물의 붕괴사고는 건설사업의 발전에 큰 장애요소라 할 수 있으며 또한 이러한 사고는 경제적 손실과 인명 피해 등의 직접적인 손실만이 아니고 건설분야에 대한 사회인식의 악화, 심리불안, 국제적인 위상 등 간접적인 영향도 크기 때문이다.

따라서 교량공사의 동바리 공사 붕괴. 도괴 재해를 예방하기 위해서 시공계획, 시공 등 각 작업 단계에서의 위험성을 예상하고, 각각의 공정에서 위험성을 배제하기 위하여 간단하게 적용할 수 있는 경험식과 실험치 등을 인용하여 현장 안전관리자 및 초급 기술자들이 쉽게 운용할 수 있도록 정리하였다.

또한 기성 가설기자재의 사용 및 관리는 산업안전보건법 제 33조 및 고시 91 - 101호에 따른 가설기자재 중 동바리 공사에 사용되어지는 가설기자재의 구조규격, 재질, 종류 등을 기본으로 선별, 정비, 수리, 폐기 등의 일련의 관리에 대한 체크리스트를 제시하여 기술자료로서 활용토록 하였다.

기타 동바리 공사의 붕괴. 도괴 재해를 예방하기 위한 각각의 중요사항은 다음과 같다.

- (1) 거푸집 및 동바리 공사를 설계할 때에는 사전조사를 충실히 하여 공사의 작업성·안전성을 확보할 수 있도록 조립도를 작성하여야 하며 시공계획을 수립할 때 또는 공사를 할 때에는 설계에 의도된 내용이 충실하게 반영될 수 있도록 시공하여야 한다.
- (2) 거푸집 및 동바리 작업의 작업책임자는 일정기간 특수 교육과정을 개설하여 이수케 한 후 자격.면허를 취득케 하고, 이러한 면허나 자격을 입증할 수 있는 자를 선임하여 작업에 임하도록 한다.

(3) 공정이 진행되는 상황에 맞추어 미리 조립도에 의한 계획을 수립하고 재질, 단면형상, 치수 등 산업안전보건법에 의한 안전기준, 표준안전 작업지침, 안전작업 기술자료 등의 국내 안전기준에 부합하는 재질과 시방을 고려하여 설치 사용토록 한다.

(4) 양질의 기성제 조립용 가설기재를 사용을 위하여는 기존의 제품에 대한 현장의 관리도 중요하지만, 신제품의 개발에 대한 성능검정 규격의 현실적인 보완과 제도적인 지원이 필요하다.

거푸집 및 동바리의 구조는 가설구조물로서 성격상 현장의 상황이나 설계, 계획의 차이 등에 따라 계속적으로 새로운 형식의 구조가 개발되어 질 것으로 예상 이 되어지지만 공사의 안전을 도모하기 위해 본 연구의 목적을 고려하여 결과를 적절하게 운용을 할 필요가 있다.

## 참 고 문 헌

1. 노문사, 산업안전보건법 편람 I, II, III, 1994
2. 土木學會 콘크리트 標準示方書
3. 건설부, 감리업무수행 지침서, 1994
4. 건설부, 도로포장 설계시공 지침, 1991
5. 건설부, 도로교 표준시방서, 1992
6. 건설부, 하천공사 표준시방서, 1994
7. 건설부, 토목공사 일반시방서, 1993
8. 건설부, 도로교 하부구조 설계지침 I, II,
9. 건설부, 콘크리트 교량 가설 특수공법 설계. 시공, 유지관리 지침, 1994
10. 한국도로공사, 도로설계 요령 I, II, III, IV, 1992.
11. 변근주, 교량의 붕괴와 조사, 건설안전기술, 1994. 여름호
12. 장효완 외 1, 말뚝기초 설계 편람, 탐구문화사, 1994
13. 삼보지질, 직원직무교육교재, 1993
14. 건설문화사, 토목.건축기술자를 위한 기초설계시공 핸드북, 1994
15. 건설시공연구회, 건설공사 시공편람, I, II, III, IV, V, 정림출판사, 1994
16. 技報堂, 土木學會編, 土木工學ハンドブック
17. 假說工業會, 假說機材の構造基準とその解説
18. 假說工業會 經年假說機材の管理に關する 技術基準と解説
19. 建設業勞動災害防止協會, プレストレストコンクリート橋架設工事に係わるセーフティ・アセスメントに 關する指針・同解説
20. 建設業勞動災害防止協會, 橋梁建設工事に係わる 型わく支保工技術指針・同解説(平成5年)

21. 労働基準調査会 労働省労働基準局安全衛生部編 安全衛生法便覧(平成2年)
22. オーム社 森宜制監修 型わく支保工工事實務マニュアル
23. 財団法人 高速道路技術センター 構造物研究部会監修 特殊支保工の設計・施工  
マニュアル(平成3年)
24. ACI Committee347, Formwork for Concrete
25. DIN 4421, Falsework, calculation, design and consutruction

## 橋梁工事 등바리 作業安全 研究

(연구보고서 토건연 94-1-22)

---

발행일: 1994. 12. 31

발행인: 원장 徐相學

연구자: 책임연구원 박일철

참여자: 책임연구원 안홍섭

선임연구원 최순주

발행처: 한국산업안전공단

한국산업안전연구원

토목·건축연구실

주 소: 인천직할시 북구 구산동 34-4

전 화: (032) 502-0032

(032) 518-6484~6

---

<비매품>