# 제 7 편 K-water 가설구조물

2014. 11. 3 제정

2015. 11. 13 개정

# 제 7 편 K-water 가설구조물

2014. 11. 3 제정

2015. 11. 13 개정

# 제1장 일반사항

## 1.1 일반사항

① 가시설물의 설계는 허용응력설계법의 적용을 원칙으로 한다. 단. 가시설물별 특성을 고려하여 각장에 제안한 별도의 설계법을 따를 수 있다.

② 본 설계지침에 규정되지 않은 사항에 대해서는 국토교통부 제정 관련 설계기준과 산업안전보건규칙에 따른다.

## 1.2 설계하중

가시설물 설계에 적용되는 설계하중은 다음 각 항과 같으며, 가시설물별로 고려하여야 할 하중은 각장의 내용을 따른다.

### 1.2.1 수직하중

가시설물의 설계 시 작용되는 수직하중의 종류는 다음과 같다.

① 고정하중(D)

② 활하중(L)

- 설계차량하중($L_w$)
- 작업하중($L_i$)

### 1.2.2 수평하중

가시설물 설계 시 작용되는 수평하중의 종류는 다음과 같다. 다만, 지진하중(E)는 가시설물의 존치기간 및 현장여건에 따라 고려할 수 있다.

① 풍하중(W)

② 지진하중(E)

③ 콘크리트 측압(P)

④ 수압(F)

⑤ 토압(H)

⑥ 타설시 충격 또는 시공오차 등의 의한 최소 수평하중(M)

### 1.2.3 특수하중(S)

가시설물의 설계시 작용되는 특수하중의 종류는 다음과 같다.

① 편심하중

② 콘크리트 내부 매설물의 양압력

③ 포스트텐션(post tension) 시에 전달되는 하중

④ 작업하중 이외의 충격하중(I)

⑤ 진동다짐에 의한 하중

⑥ 안전시설의 특수한 설비를 설치한 경우

⑦ 적설하중

⑧ 교통하중, 인접건물하중

#### 1.2.4 불균등하중

① 불균등하중은 가시설물 인양시 발생하는 하중으로 지지상태를 고려하여 적용하여야 한다.

② 가시설물을 3점 이상으로 다점지지 하는 경우에는 각 지지점의 상대변위를 불균등하중으로 고려한다.

③ 불균등하중은 각 지지점의 상대변위가 없다고 판정해서 산출한 지지반력에 적절한 계수를 곱해서 구함을 원칙으로 한다.

④ 인양고리는 가시설물 자중 이외에 2점 방식은 가시설물 자중의 50%, 4점 방식은 100%의 불균등하중을 고려하여야 한다. 다만, 수평조절장치 등을 사용하고 힘의 균형을 고려한 경우에는 이 규정을 따르지 않아도 된다.

## 가. 1.3 가설구조물 구조검토

건설기술진흥법 제48조제5항에 따라 건설기술용역업자가 설계도서(실시설계) 작성시 구조검토를 하여야 하는 가설구조물은 다음과 같다. 다만 현장여건 및 자재 등의 변동 가능성이 높은 제1호의 비계, 거푸집 및 동바리에 대한 구조검토는 설계단계에서 시행 가능한 범위내에서 개략 구조검토를 실시한다.

① 높이가 31미터 이상인 비계, 높이가 5미터 이상인 거푸집 및 동바리

② 터널의 지보공 또는 높이가 2미터 이상인 흙막이 지보공

③ 공용되는 가설교량 및 노면복공

④ 그 밖에 발주청이 필요하다고 인정하는 가설구조물

# 제2장 흙막이 구조물

## 2.1.일반사항

### 2.1.1 설계일반

① 가설 흙막이 구조물의 설계는 허용응력설계법 적용을 기준으로 한다. 다만 지하연속보와 같은 강성벽체는 강도설계법으로 설계할 수 있다.

② 가설 흙막이 구조물 설계시 검토항목은 다음 표 2.1과 같다.

③ 가설 구조물 설계에서는 공사 단계별로 구조물 자체의 안전성을 검토하며, 설계시 적용되는 안전율은 다음 표 2.2와 같다.

④ 설계시 계측 및 분석계획을 수립하여 시공중 안전성을 확보할 수 있는 방안을 강구한다.

**표 2.1 흙막이 구조물 설계시 검토항목**

| 흙막이벽 안정성 | 지지구조의 안정성 | 굴착바닥의 안정성 | 주변구조물의 안정성 |
|---|---|---|---|
| 응력, 변위<br>지지력 | 응력<br>(축력,모멘트,전단력) | 히빙, 파이핑 | 침하<br>수평이동 |

**표 2.2 흙막이 구조물 설계시 적용되는 안전율**

| 조 건 | | 안 전 율 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 지반지지력 | | 2.0 | |
| 사 면 안 정 | | 1.2 | 필요시 적용 |
| 근입깊이 결정 | | 1.2 | 최소근입깊이 1.5m<br>연약지반에서는 별도검토 |
| 굴착저부의 안정 | 파이핑 | 2.0 | 사질토 |
| | 히 빙 | 1.5 | 점성토 |
| 지반앵커 | 단기(2년미만) | 2.0 | |
| | 장기(2년이상) | 3.0 | |

### 2.1.2 흙막이 구조물 선정

① 가시설 흙막이 구조물 벽체형식과 지지구조는 지형과 지반조건, 지하수위와 특수성, 주변구조물과 매설물 현황, 교통조건, 공사비, 공기, 시공성을 고려해야하며 공사시의 소음과 진동, 굴착배면의 지하수위저하, 주변지반침하가 미치는 주변 및 환경영향 등을 고려하여 선정한다.

② 가시설 흙막이벽은 구조적 안전성, 인접구조물의 노후화 및 중요도, 지하수위, 차수성, 굴착깊이, 공기, 공사비, 민원발생 가능성, 장비의 진출입 가능성, 시공성, 공사시기 등을 검토하여 가장 유리한 형식을 선정한다.

③ 차수 및 지반보강이 필요한 경우에는 적용목적에 부합하는 보조공법을 선정한다.

## 2.2 설계하중

가설 흙막이 구조물에 사용하는 하중은 고정하중, 활하중, 토압, 수압, 온도하중, 기타하중으로 구분한다. 또한 굴착범위내에 있는 인접건물 하중과 인접도로를 통행하는 교통하중 등이 있으며, 설계시 이들을 고려한 구조검토가 수행되어야 한다.

### 2.2.1 하중조합

하중조합은 아래의 표 2.3을 기준으로 하며 각 가설 부재에 작용하는 하중조건을 면밀히 검토하여 추가하중을 조합할 수 있다.

**표 2.3 하중조합**

| 하중의 종류 | 노면복공 | | 측벽파일 | | | 중간말뚝 | | 버팀보 | 띠장 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 처짐 | 단면 | 근입길이 | 지지력 | 단면 | 지지력 | 단면 | 단면 | 단면 |
| 고정하중 | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 활 하 중 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 충격하중 | | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 토압 및 수압 | | | ○ | | ○ | | | ○ | ○ |

### 2.2.2 고정하중

① 흙막이 구조물 사용재료에 대한 표준단위중량은 다음 표 2.4과 같다.

**표 2.4 재료의 단위중량**

| 재 료 | 단위중량(kN/m$^3$) | 재 료 | 단위중량(kN/m$^3$) |
|---|---|---|---|
| 강, 주강, 단강 | 78.5 | 모 래 | 19.0 |
| 주 철 | 72.5 | 흙(지하수위 이상) | 18.0 |
| 알루미늄 | 28.0 | 흙(지하수위 이하) | 17.0 ~ 20.0 |
| 철근콘크리트 | 25.0 | 역 청 재 | 11.0 |
| 콘크리트 | 23.0 | 아스팔트포장 | 23.0 |
| 모르타르 | 21.5 | 해 수 | 10.3 |
| 석 재 | 26.0 | 목 재 | 8.0 |

### 2.2.3 활하중

① 자동차, 중기 및 건축물 등이 흙막이 구조물에 근접하는 경우 별도의 적절한 값을 적용하며, 자동차하중은 DB하중을 적용한다.

② 지표면에 10kN/m$^2$의 상재하중을 적용한다.

③ 건설용 중기(크레인 등)의 자중 및 작업하중을 필요에 따라 검토하여 적용한다.

④ 활하중에 의한 충격을 고려하여 충격계수는 지간에 관계없이 I = 0.3을 적용한다.

⑤ 복공판의 설계는 I = 0.4를 적용하며 다만 보도의 군집하중에 대하여 충격을 무시한다.

### 2.2.4 온도하중

온도변화 영향을 크게 받는 버팀대는 온도가 높아지면 길이방향으로 신장하며, 온도차에 의한 축력을 고려한다.

### 2.2.5 토 압

토류구조물과 같이 변형이 허용되는 연성구조물(Flexible Structures)에 작용하는 토압분포는 기존의 토압이론에 의한 하중증가는 다른 분포현황을 띄게 되며, 그 이유는 굴착에서의 토압발생은 굴착, 지복공의 설치, 다음단계 굴착 등의 강성벽체와 전혀 다른 벽체 거동을 하게 된다.

2.2.5.1 연성벽체에 작용하는 토압

① 가설 흙막이벽체에 작용하는 토압은 벽체의 종류와 시공방법, 지지구조물의 종류, 설치위치, 설치시기 등에 따라 변화하므로 지반조건, 지하수위, 주변상황 등을 고려하여 시공단계별 토목분포를 검토한다.

② 굴착단계별 가설 흙막이 벽체에 작용하는 토압변화는 그림 2.1과 같다.

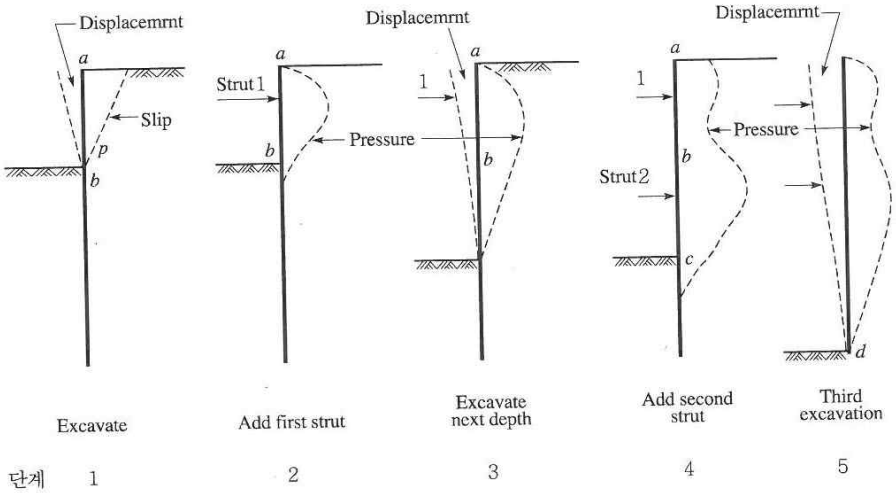



그림 2.1 단계별 굴착시 토압의 변화

1단계 : 벽체는 주동토압을 받고 변위를 일으키며, 이때의 횡방향 변위는 흙과 캔틸레버 벽체의 상호작용에 지배된다.

2단계 : 1단 버팀보가 설치되어 지지구조에 가해지는 초기하중(설계하중)으로 벽체를 배면측으로 밀게 되고 이로 인하여 토압은 1단계에서의 주동토압의 크기보다는 증가하며 그

크기는 지보공에 가해진 초기하중에 좌우된다.

3단계 : c점까지 계속 다음 굴착을 하게 되면 b~c사이에 수평변위가 발생하며, 1단 버팀보 배면의 지반이 하부로 이동하고 또 크리프도 발생하게 되어 1단 버팀보의 축력이 다소 감소 할 수 있다.

4단계 : 2단 버팀보를 설치하고 초기하중을 가하면 1단 버팀보를 설치했을 때와 같은 양상으로 토압이 주동토압보다 증가된다.

③ 흙막이 벽체를 설계함에 있어 굴착단계별 검토 시에는 삼각형 토압분포를 적용하고 굴착 및 버팀구조가 완료된 후의 장기적 안정해석에는 경험토압을 적용한다. 안정성과 부재단면 검토 시 두가지 토압분포를 적용하여 최적의 설계를 수행한다.

④ 굴착단계별 토압, 근입깊이 결정 및 자립식 널말뚝의 단면계산은 Rankine-Resal, Caquot 및 Kerissel등의 삼각형분포 토압을 적용할 수 있다.

⑤ 경험토압 적용시 고려사항은 다음과 같다.

ⓐ 경험토압분포는 굴착과 지지구조 설치가 완료된 후에 발생할 것으로 예상되는 토압분포로서 대부분 굴착깊이 6m이상이고, 폭이 좁은 버팀굴착공법에서 지하수위가 최종 굴착면 아래에 있으며, 간극수압을 고려하지 않은 상태의 토압분포이다.

ⓑ 사질토나 자갈층(투수계수가 큰 지층)지반에서 흙막이벽이 차수를 겸한 흙막이 벽체인 경우에는 경험 토압분포에 수압을 별도로 고려한다.

ⓒ 암반층을 포함한 대심도 굴착시 경험토압을 적용하면 실제보다 과도한 토압이 산정되므로 토막크기 적용시 신중을 기하여야 한다.

### 2.2.6 수 압

굴착 배면의 지하수위는 강우조건, 굴착심도, 지반의 특성, 흙막이벽의 종류 등에 따라 변하므로 이를 감안하여 벽에 작용하는 수압을 결정한다. 지하수 침투류 해석을 하여 침투류로 인한 감소된 수압을 적용할 수 있다.

## 2.3 흙막이 구조물 설계

### 2.3.1 흙막이 구조물의 해석방법

① 흙막이벽과 지지구조의 해석은 벽의 종류, 지지구조, 지반조건 및 근접시공여부 등을 고려하여 실시한다.

② 흙막이벽과 지지구조 해석방법으로는 벽을 보로 취급하는 관용적인 방법과 흙-구조물 상호작용을 고려하여 벽과 지반을 동시에 해석하는 방법이 있으며 설계자는 현장조건을 고려한 해석법을 적용하여야 한다.

③ 지지구조를 가지는 버팀 흙막이벽 형식에 대해서는 굴착진행과 버팀보 해체에 따라 변화하는 토압에 대하여 단계별로 해석하며 해석방법은 탄소성 지반상 연속보 해석법과 유한요소법 및 유한차분법이 있다.

④ 굴착이 끝나고 버팀구조가 완료된 후 벽체해석에서는 경험토압을 적용하며, 단순보 해석, 연속보해석 및 탄성지반상 연속보 해석법 등을 적용한다. 이때 수압, 토층분포 등의 현장조건과 해석조건을 고려하여 설계한다.

### 2.3.2 흙막이 구조물 안정성 검토

① 흙막이 구조물 설계시 굴착저면의 안정성, 부대단면의 안정성과 지하수처리 등을 검토한다.

② 지반정수는 지반조사 자료와 문헌자료 등을 종합적으로 검토하여 선정하고, 지반조사 자료와 문헌자료가 상이할 경우 지반조사 자료를 우선적으로 적용한다.

③ 굴착저면의 안정성검토는 최소근입장의 확보여부와 히빙 및 파이핑의 발생 가능성에 대하여 실시한다. 단 굴착저면의 지층이 풍화암 이상의 단단한 지반으로 구성되어 있는 경우에는 히빙과 파이핑에 대한 안정성 검토를 생략할 수 있다.

- 히빙에 대한 안정

히빙이란 연약한 점토지반에서 굴착이 진행될 때에 굴착되어 배출된 토사체적이 없어지면서 굴착 배면토(굴착 인접토)의 중량과 배면지반의 상재하중이 하중으로 작용하여 굴착 배면토가 이동하려는 힘이 하중으로 작용하여 굴착저면 직하부의 지반지지력보다 크게 될 때 굴착저면 지반내의 흙이 미끄러지면서 상향으로 부풀어 오르는 현상을 말한다. 히빙 검토방법은 하중-지반 지지력식에 의한 방법과 모멘트 평형에 의한 방법이 있다.

- 파이핑에 대한 안정

파이핑에 대한 검토는 유선망에 의해 해석하는 것이 정확하나 번잡하므로, Terzaghi 간편식과 한계동수경사를 고려한 방법으로 검토하는 것이 일반적이다. 이 두가지 방법은 보일링 검토에 견해가 다르기 때문에 반드시 두 식을 만족하도록 한다.

④ 굴착현장에 인접하여 건물이나 주요 지하지장물이 존재하는 경우 건물이나 지장물의 침하(부등 및 균등침하)에 대한 안정성을 검토한다. 이때 흙막이벽체 변위는 단계별 굴착에서 지하구조물 시공을 위한 버팀보 해체완료 시까지 누적 변위를 기준으로 한다.

### 2.3.3 허용응력

① 각 재료에 대한 허용응력 값들에 다음과 같은 할증계수를 곱하여 적용한다.

② 강재 및 콘크리트의 허용응력은 영구구조물에 대한 허용응력보다 50% 큰값을 적용하며 부재를 사용하는 경우 부재의 재사용이나 단면의 감소에 따른 허용응력 저하를 고려한다.

③ 신 강재를 이용하는 경우 공사기간이 2년 미만인 경우에는 가설구조물로 간주하여 설계하고 2년 이상인 경우에는 영구구조물로 간주하여 설계한다.

**표 2.5 허용응력 할증계수**

| 구 분 | 가설 구조물 | 영구 구조물 | |
|---|---|---|---|
| | | 시공중 | 완료후 |
| 허용응력 증가계수 | 1.5 | 1.25 | 1.0 |

2.3.3.1 철근 및 콘크리트 허용응력

① 철근 및 콘크리트에 대한 허용응력은 다음 표 2.6과 같다.

**표 2.6 철근 및 콘크리트의 허용응력**

| 구 분 | 콘크리트 | 철근(SD35이하) | |
|---|---|---|---|
| | 허용 휨압축응력 | 허용 휨인장응력 | 허용 합축응력 |
| 허용응력 | $f_{ca} = 0.4 f_{ck}$ | $f_{sa} = 0.5 f_y$ | $f_{sa} = 0.5 f_y$ |

2.3.3.2 강재의 허용응력

① 일반구조용 압연강재의 축방향응력 및 허용휨압축응력은 다음 표 2.7~2.9와 같다.

**표 2.7 강재의 허용축방향인장 및 허용축방향 압축응력(신강재 기준, MPa)**

| 종 류 | 축방향 인장 (순단면) | 축방향 압축(총단면/좌굴미고려) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | $\frac{l}{r} \le 18.6$ | $18.6 < \frac{l}{r} \le 92.8$ | $92.8 \le \frac{l}{r}$ |
| SS400<br>SM400 | 140 | 140 | $140 - 0.82(l/r - 18.6)$ | $\frac{1,200,000}{6700 + (l/r)^2}$ |

**표 2.8 강재의 허용휨압축응력(신강재 기준, MPa)**

| 종 류 | 인장연 | 압축연 (총단면) $A_w / A_c \le 2$ | |
|---|---|---|---|
| | | $\frac{l}{b} \le 4.6$ | $4.5 < \frac{l}{b} \le 30$ |
| SS400<br>SM400 | 140 | 140 | $140 - 2.49(l/r - 4.6)$ |

**표 2.9 강재의 허용 전단응력 및 지압응력(MPa)**

| 종 류 | 전단응력 | 지압응력 | 용접강도 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 공 장 | 현 장 |
| SS400<br>SM400 | 80 | 210 | 모재의 100% | 모재의 90% |

※도로교 설계기준(2012) 3.3.2 강재의 허용응력

② 현장의 자재수급계획에 따라 설계와 다르게 재사용 강재를 사용할 경우 재사용 강재의 허용응력은 책임기술자가 반복사용 정도, 변형상태, 볼트구멍 등을 종합적으로 검토하여 강재종류별, 용도별 응력보정계수를 사용한다.

③ 강널말뚝(SY30)의 허용응력은 다음 값이하로 한다.

- 허용 휨인장응력 : 180MPa
- 허용 휨압축응력 : 180MPa
- 허용 전단응력 : 100MPa

2.3.3.3 목재의 허용응력

① 목재 흙막이판의 허용응력은 표 2.10에서 추전하는 값을 사용할 수 있다.

**표 2.10 목재 흙막이판의 허용응력(MPa)**

| 허용응력 \ 목재의 종류 | | 침 엽 수 | 활 엽 수 |
|---|---|---|---|
| 인장응력 | 섬유에 평형 | 16 | 20 |
| 휨응력 | 〃 평형 | 18 | 22 |
| 지압응력 | 〃 평형 | 16 | 22 |
| | 〃 직각 | 4 | 7 |
| 전단응력 | 〃 평형 | 1.6 | 2.4 |
| | 〃 직각 | 2.4 | 3.6 |
| 축방향 압축응력 | 〃 평형 | $\frac{l}{r} \leq 100 : 14 - 0.096(\frac{l}{r})$ | $\frac{l}{r} \leq 100 : 16 - 0.116(\frac{l}{r})$ |
| | 〃 직각 | $\frac{l}{r} > 100 : 44{,}000(\frac{l}{r})^2$ | $\frac{l}{r} > 100 : 44{,}000(\frac{l}{r})^2$ |

### 2.3.4 부재단면 설계

2.3.4.1 흙막이벽 설계

(1) 공통사항

① 흙막이벽은 휨모멘트와 전단력에 대하여 안전하여야 한다.

② 연직하중은 말뚝의 허용지지력보다 작아야 한다. 정역학적 공식에 의한 극한지지력으로부터 허용지지력 산정시 안전율 2.0을 적용한다.

③ 흙막이벽의 수평변위는 배면지반 침하량 및 부등침하 경사각을 검토하여 판정하되, 최대수평 변위는 최종 굴착깊이(H)의 0.2%로 한다. 0.2%를 초과할 때는 주변시설물에 대한 별도의 안전검토가 필요하다.

④ 경사앵커의 수직분력, 복공하중, 과재하중 등의 연직하중이 있을 때는 합성응력에 대해서도 안전하여야 한다.

(2) 엄지말뚝

① 엄지말뚝은 축방향력과 휨모멘트에 대하여 모두 안전하도록 설계한다.

② 암반구간에서 엄지말뚝에 자용하는 측압을 무시할 수 있는 경우에도 말뚝의 좌굴영향을 검토하여야 하며 록볼트와 숏크리트 등으로 좌굴 및 변형을 방지하고 안전을 확보하여야 한다. 다만 암반의 심도가 깊을 경우에는 중간중간에 별도의 방식으로 보강하여야 한다.

③ 엄지말뚝 배면흙이 배수 등의 원인에 의해 침하할 우려가 있는 경우에는 이로 인해 발생하는 부마찰력을 별도의 축하중으로 엄지말뚝에 가산하여야 한다.

(3) 강널말뚝

① 강널말뚝에 작용하는 주동토압과 수동토압의 분포폭은 강널말뚝 전폭으로 한다.

② 강널말뚝 응력계산에 사용되는 단면계수는 이음부가 완전 결합된 단면계수를 체감하여 사용하며 80%이하로 한다.

③ 강널말뚝은 휨모멘트와 축방향력에 대하여 모두 안전하도록 설계한다.

(4) 지하연속벽

① 지하연속벽 공법은 현장타설 콘크리트 지하연속벽과 PC지하연속벽 등이 있으며 대심도 굴착에서 주변지반의 이동이나 침하를 억제하고 인접구조물에 대한 영향을 최소화하도록 설계한다.

② 지하연속벽 벽체는 하중지지벽체와 현장타설말뚝 역할을 할 수 있으며 내부의 지하 슬래브층과 연결시에는 영구적인 구조체로 설계할 수 있다.

③ 지하연속벽 벽체에 작용하는 하중은 주로 토압과 수압이며 본체 구조물로 사용하는 경우에는 각종 구조물하중에 대한 검토가 필요하다.

④ 지하연속벽 시공시에는 주변지반의 침하 및 거동을 최소화하고 영구벽체로서 안정된 지하구조물을 형성하기 위한 트렌치 내에 사용하는 안정액의 조건은 굴착면의 안정성을 확보할 수 있도록 한다.

⑤ 콘크리트 설계기준강도는 콘크리트 타설시의 지하수의 유무와 특성에 따라 다음과 같이 감소시켜서 정하여야 한다.

- 지하수위가 없는 경우 : 0.875fck
- 정수중에 타설하는 경우 : 0.800fck
- 혼탁한 물에 타설하는 경우 : 0.700fck

⑥ 철근의 피복은 부식을 고려하여 100㎜이상으로 한다.

⑦ 지중연속벽이 가설구조물로 이용되는 경우는 허용응력을 50% 증가시켜서 사용하며, 지중연속벽이 본 구조물로 이용되는 경우는 콘크리트의 허용응력을 시공중에는 25% 증가시키고 시공 완료 후에는 증가시키지 않는다.

(5) 주열식 철근콘크리트벽(CIP, Cast-in place Pile)

① 주열식 벽체는 천공경의 면적과 등가인 등가사각형의 단철근보로 설계할 수 있다.

② 흙막이벽에 작용하는 모멘트와 전단력을 H형강이 모두 부담하는 것으로 하는 경우에는 주열식 벽 검토를 생략할 수 있다.

③ 철근 피복은 80㎜이상으로 하고 주철근의 형상이 정확히 유지되도록 하여야 한다.

④ 띠철근은 D13이상의 철근으로 하고 그 간격은 천공경, 축방향철근의 12배 이하, 그리고 300㎜ 중 작은값 이하이어야 한다.

(6) SCW(Soil Cement Wall)

① SCW 벽체에 작용하는 축력은 H형강 간격을 지간으로 하는 아치에 작용하는 등분포하중에 의한 아치에 작용하는 등분포하중에 의한 아치로 보고 해석한다.

② 전단력은 H형강 순간격을 지간으로 하는 보로 계산한다.

③ 허용압축응력은 소일시멘트 일축압축강도의 1/2을 사용하고, 허용전단응력은 일축압강도의 1/3을 적용한다.

④ 시멘트 모르터의 물-결합재비와 설계배합비는 현장의 토질, 지하수의 상황 등 종합적인 조건을 고려하여 결정한다.

**표 2.11 SCW(Soil Cement Wall)의 표준배합비**

| 토 질 | 배합비 | | | 압축강도 (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| | 시멘트(kN) | 벤토나이트(kN) | 물(l) | |
| 점성토 | 2,500~4,000 | 50~100 | 550~800 | 0.1~2 |
| 사질토 | 2,500~3,000 | 100~200 | 550~700 | 2~8 |
| 사력토 | 2,500~3,500 | 200~300 | 550~700 | 6~12 |

※ 일본 토질공학회 기준안 “안정처리토의 시험방안”에 의한 토질별 배합비와 압축강도

2.3.4.2 중간말뚝 설계

① 중간말뚝에 작용하는 연직하중은 자중, 버팀보의 자중 및 적재하중, 노면복공으로 부터의 하중(충격하중 포함), 매설물로 부터의 하중으로 한다.

② 중간말뚝의 종방향 강성을 증가시키기 위해 중간말뚝 사이에 사재 등의 보강부재를 조립시킨 경우에는 하중분배를 고려할 수 있다. 다만, 트러스 형태의 보강이 없는 증간말뚝 단독으로 연직하중을 지지하는 것으로 한다.

③ 중간말뚝에 작용하는 연직하중이 그 허용지지력을 넘지 않도록 하여야 한다.

2.3.4.3 흙막이판의 설계

(1) 일반사항

① 토압은 흙막이벽에 작용하는 토압을 적용한다.

② 전단력과 휨모멘트를 구하는 지간은 엄지말뚝의 플랜지폭을 고려하여 정한다.

③ 흙막이벽의 두께는 모멘트와 전단력 모두 만족시킬 수 있도록 정한다.

④ 흙막이 판 배면에 발생되는 토압은 흙막이판에 휨모멘트와 전단력을 발생키므로 이를 구하기 위하여 각각의 응력에 소요되는 두께를 구한다.

2.3.4.4 띠장의 설계

(1) 일반사항

① 띠장은 흙막이벽에서의 하중을 받아 이것을 버팀보 등에 평균하여 전달시키기 때문에 하중을 전달 할 수 있는 강성을 갖는 것이어야 한다.

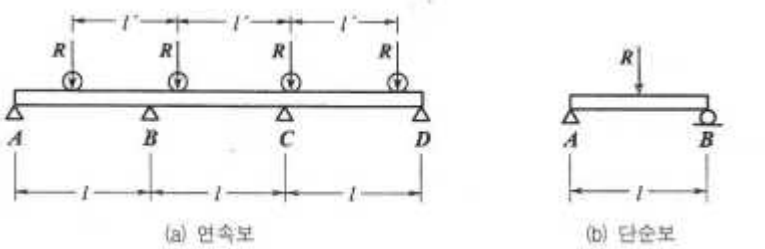
② 띠장은 버팀보 또는 앵커의 반력으로 인한 휨모멘트 및 전단력에 대하여 안전하여야 한다. 사보강재가 있는 버팀보의 경우 사보강재로 인한 축방향력을 고려해야 하며 앵커의 수직분력도 고려하여야 한다.

③ 휨모멘트 및 전단력은 버팀보 또는 앵커위치를 기점으로 하는 단순보로 계산하되 양호한 이음 구조일때는 연속보로 계산하여도 좋다. 버팀보에 사보강재가 있을 때는 지간을 감소하여 계산할 수 있다.

④ H형강을 띠장으로 사용할 때는 버팀보 또는 앵커와 띠장의 접합부에 압축력이 크게 작용하므로 플랜지가 변형되지 않도록 보강재(Stiffner)를 반드시 2개소 이상 설치하여야 한다.

(2) 엄지말뚝공법(H형강+토류판)의 경우

① 토압에 의한 강재 말뚝(H형강)의 지점반력을 이동하중으로 하고 버팀대(Strut)위치를 지점으로 하는 3경간 연속보로 버팀대 수평거리를 지간으로 하는 단순보로 보고 계산한다.



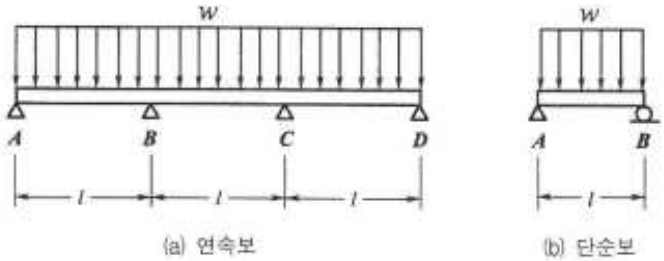

여기서 R : 토압에 의한 강재말뚝의 지점반력(kN), A~D : 버팀대 위치

l' : 강재말뚝(H말뚝)의 간격(m), l : 버팀대의 간격(m)

**그림 2.2 엄지말뚝공법의 띠장해석**

(3) 강널말뚝, 주열식말뚝공법, 지하연속벽공법의 경우

① 토압에 의한 띠장위치에서 강재말뚝의 지반반력을 띠장 위에 등분포시키고 버팀대위치를 지점으로 하는 3경간 연속보로 계산하거나 버팀대 수평거리를 지간으로 하는 단순보로 보고 계산한다.




여기서 R : 토압에 의한 강재말뚝의 지점반력(kN), l : 강재말뚝의 간격(m)

**그림 2.3 연속벽체의 띠장해석**

**표 2.12 등분포하중작용 띠장 해석시 적용공식**

| 구 분 | 3경간 연속보 | 단순보 |
|---|---|---|
| 최대휨모멘트(Mmax) | $\frac{wl^2}{10}$ | $\frac{wl^2}{8}$ |
| 최대전단력(Smax) | $\frac{wl}{10}$ | $\frac{wl}{2}$ |
| 최대반력(Rmax) | $\frac{11wl}{10}$ | $\frac{13wl}{12}$ |

2.3.4.5 버팀보 설계

(1) 일반사항

① 버팀보는 압축재로서 좌굴하지 않도록 단면과 강성을 가져야한다. 또 버팀보가 긴 경우에는 중간말뚝 등을 설치하여 보강하여야 한다.

② 버팀보 위에는 재하해서는 안된다. 그러나 부득이 재하할 경우에는 축력과 휨이 작용하는 부재로 설계하여야 한다.

③ 버팀보에는 이음을 설치하지 않으나 부득이 이음을 설치할 때는 보강을 하여 강도를 확보하여야 한다.

④ 버팀보와 띠장의 접합부는 느슨함이 생기지 않는 구조로 하여야 한다.

⑤ 버팀보의 축방향력 및 휨모멘트에 의한 합성응력은 좌굴을 고려한 허용응력보다 작아야 한다.

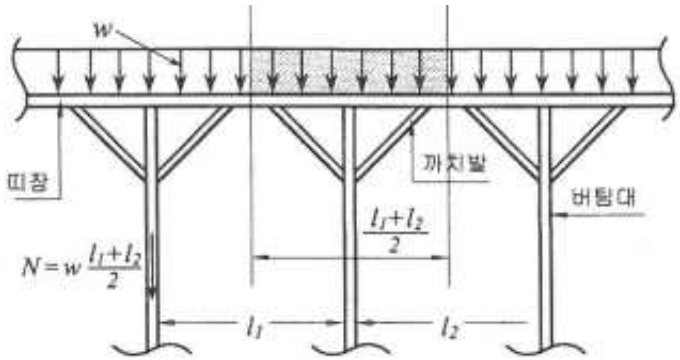



그림 1.4 버팀보에 작용하는 하중

(2) 버팀보의 보강

① 버팀보는 가시설구조물 전체의 강성을 확보할 수 있도록 일정간격으로 인접 버팀보와 수평브레이싱을 설치하여 보강하여야 한다.

② 브레이싱의 설치는 좌굴해석에 의해 위치 및 부재규격을 결정하여야 한다.

(3) 사보강재의 설계

① 버팀보는 가시설구조물 전체의 강성을 확보할 수 있도록 일정간격으로 인접버팀보와 수평브레이싱을 설치하여 보강하여야 한다.

② 사보강재의 접합부는 활동에 대하여 내력이 있는 구조로 하여야 한다.

③ 사보강재를 버팀보에 설치하는 경우에는 반드시 좌우대칭으로 하여 버팀보에 편심하중에 의한 휨모멘트가 생기지 않도록 하여야 한다.

④ 모서리에 사용하는 사보강재는 45°각도로 설치하는 것을 기준으로 한다.

⑤ 사보강재는 축력을 받는 압축재로 설계한다.

⑥ 사보강재를 설치하는 띠장은 수평력에 대하여 밀리지 않도록 보강하여야 한다.

(4) 경사 버팀보(레이커)의 설계

① 레이커와 띠징의 연결부에는 상향력이 작용하므로 이에 대하여 보강하여야 한다.

② 레이커를 지지하는 블록은 활동, 전도 및 지4지력에 대하여 안전하여야 한다.

2.3.4.6 지반앵커의 설계

(1) 일반사항

① 앵커의 사용목적, 사용기간 및 환경조건 등을 고려하여 부식방지에 관하여 검토하여야 한다.

② 영구앵커는 정착지반의 장기적 안정성, 부식에 대한 안정성에 대한 안정성 및 공사후 유지관리 방법 등을 검토하여야 한다.

③ 앵커의 사용기간이 지난후 제거하는 방법에 관해서도 만족해야 하며, 사용기간 동안에 그 성능

이 안정되어야 한다.

④ 지반앵커를 대상으로 하는 구조물의 규모, 형상, 지반조건을 고려하여 선정하고, 설계하중에 대해서 안전한 인발저항력을 갖도록 설계하여야 한다.

⑤ 지반앵커는 양호한 지반에 정착하는 것으로 하고, 그 길이 및 배치는 토질조건, 시공조건, 환경조건, 지하매설물의 유무, 흙막이벽의 응력, 변위 및 구조체의 안정을 고려하여 설계한다.

⑥ 앵커의 사용목적, 사용기간 및 환경조건 등을 고려하여 부식방지에 관해 검토하여야 한다.

(2) 앵커 단면설계

① 앵커의 허용인장력은 앵커의 사용기간, 강재의 극한강도 및 항복강도를 고려하여 정한다.

② 지반앵커의 초기긴장력은 지반조건, 흙막이벽의 규모, 설치기간, 시공방법 등을 고려하여 설계하여야한다.

③ 앵커의 인장강도의 인장재의 단면적에 인장재의 허용인장($f_{ap}$)을 곱한값이며 허용인장응력값은 다음 표 2.13과 같은 작은 쪽을 택한다.

**표 2.13 허용인장력 산출기준 (일본토질공학회 기준)**

| 구 분 | | 극한하중(fu) | 항복하중(fy) | 비 고 |
|---|---|---|---|---|
| 가설앵커 | | 0.65fu | 0.80fy | 2년 미만 |
| 영구앵커 | 상 시 | 0.60fu | 0.75fy | |
| | 지진시 | 0.75fu | 0.90fy | |

④ 앵커자유장은 가상활동면으로부터 1.5m 또는 굴착깊이의 0.15H(H=굴착깊이)를 더한 값중 큰 값으로 적용하며 토사지반에서 최소 설계자유장은 4.5m로 한다. 앵커체간 이격거리는 수직방향 3.5b이상, 수평방향은 4.0b이상으로 한다.

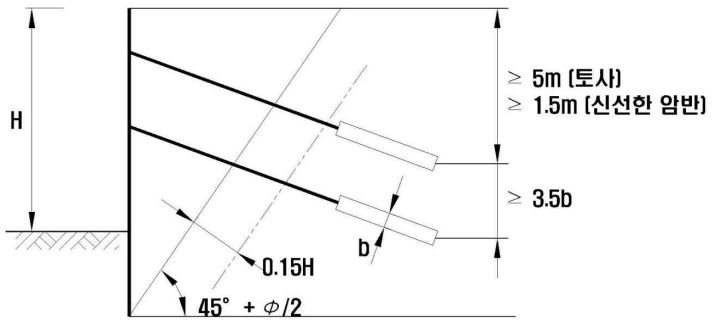



그림 2.5 자유장 길이 산정

⑤ 지반앵커의 정착장은 마찰저항길이와 부착저항길이 중 큰 값으로 한다.

마찰저항장 : $T \times F_s / (\pi \cdot D \cdot z)$

부착저항장 : $T / (U \cdot N \cdot v_b)$

T : 지반앵커의 설계축력　　Fs : 설계안전율(2.0)　　D : 지반앵커의 천공직경(cm)

z : 지반과 앵커체의 마찰저항(표 2.15)　　U : 스트랜드 주변장(cm)

N : 스트랜드의 수　　Zo : 스트랜드와 앵커체의 부착력(0.5MPa)

**표 2.14 철근의 허용부착응력**

| 그라우팅강도 (MPa) / 철근형태 | 20 | 25 | 30 | 40이상 |
|---|---|---|---|---|
| 이형철근 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.9 |
| 원형철근 | 1.7 | 1.9 | 2.2 | 2.6 |

**표 2.15 지반별 마찰저항**

| 지반의 종류 | | | 마찰저항 (MPa) |
|---|---|---|---|
| 암 반 | 경 암 | | 1.00 ~ 2.50 |
| | 연 암 | | 0.60 ~ 1.50 |
| | 풍화암 | | 0.40 ~ 1.00 |
| 자 갈 | N치 | 10 | 0.10 ~ 0.20 |
| | | 20 | 0.17 ~ 0.25 |
| | | 30 | 0.25 ~ 0.35 |
| | | 40 | 0.35 ~ 0.45 |
| | | 50 | 0.45 ~ 0.70 |
| 모 래 | N치 | 10 | 0.10 ~ 0.14 |
| | | 20 | 0.18 ~ 0.22 |
| | | 30 | 0.23 ~ 0.27 |
| | | 40 | 0.29 ~ 0.35 |
| | | 50 | 0.30 ~ 0.40 |
| 점성토 | - | | 1.0c |

※ 무가압형 지반앵커(ground anchor)에서는 위표의 값을 사용하지 말고 별도의 경험치 또는 분석이 필요

⑥ 지압판은 설계정착력에 대하여 강도를 갖고, 유해한 변형이 발생하지 않도록 설계한다.

⑦ 앵커의 자유장은 예상 파괴면까지의 길이에 여유길이를 더하여 정한다.

⑧ 앵커의 정착장은 앵커체와 지반과의 마찰저항장과 앵커강재와 앵커강재와 그라우트체와의 부착 저항장을 비교하여 큰 값으로 한다. 정착장 결정시에는 진행성 파괴를 고려하여야 한다.

⑨ 정착부부터 지표면까지의 최소 높이가 확보되어야 한다.

⑩ 흙막이벽과 앵커 전체를 포함한 안정해석을 한다.

⑪ 앵커의 긴장력은 정착장치에 의한 감소와 릴렉세이션에 의한 감소를 고려하여 정한다.

## 2.4 계 측

### 2.4.1 계측목적

① 지반을 굴착할 때 발생하는 흙막이 구조물, 주변지반 및 인접구조물의 거동을 파악하여 설계, 시공 및 유지관리에 활용토록 흙막이 구조물의 안정성과 경제성을 확보하고, 주변지반 및 인접 구조물의 안전을 기한다.

### 2.4.2 계측계획

① 계측계획시 발생 가능성이 있는 문제를 미리 예측하여 합리적인 지점을 선택, 계측기기를 배치한다.

② 기술적 판단과 역학적 문제의 해석이 가능한 기술자를 배치하여 공사의 안정을 도모한다.

③ 각종 계측기 센서의 작동방식을 가능한 같은 형식으로 선정하여 호완성이 양호한 시스템으로 구성한다.

④ 계측은 측정→수집→분석→시공반영→효과검토와 향후 공사반영의 유기적인 운영체계가 되도록 설계한다.

⑤ 도심지 굴착현장에 사용되고 있는 계측기의 종류와 사용목적은 표 2.16과 같으며 현장조건을 파악하여 설계에 반영한다.

**표 2.16 흙막이벽에 사용되는 계측기**

| 종 류 | 사 용 목 적 |
|---|---|
| 지중경사계 | 배변지반의 수평거동 |
| 변형률계 | 엄지말뚝, 버팀보 및 띠장의 변형률과 응력 |
| 토 압 계 | 벽체에 작용하는 토압 |
| 간극수압계, 수압계 | 지하수위 및 간극수압 |
| 하 중 계 | 버팀보 혹은 지반앵커의 축력 |
| 구조물경사계, 균열측정계 | 인접구조물의 기울기 및 균열에 따른 피해상황 |
| 소음측정기 진동측정기 | 진동 및 소음 |
| 지중참하계 | 지반의 연직변위 |
| 지하수위계 | 지하수위 측정 |

# 제3장 동바리

## 3.1 일반사항

① 본 설계지침은 동바리를 이용하여 콘크리트 현장에서 타설하는 경우 적용하며, 파이프 서포트, 시스템동바리, 강관틀 동바리, 강재동바리, 강재트러스 조립보가 이에 해당한다.

② 콘크리트 가설용 동바리 구조체는 상부 하중부를 연결하는 상부연결부, 상부하중을 지지하는 동바리부, 동바리부의 하중을 지반으로 전달하는 하부기초부로 구성된다.

## 3.2 동바리 형식

### 3.2.1 동바리 형식

① 주요 구조물별 동바리 형식은 아래의 표 3.1을 참고하며, 현장여건 및 기술사의 검토결과에 따라 높이별 동바리 형식을 조정할 수 있다.

**표 3.1 높이별 동바리 형식**

| 구 분 | 높이 | 동바리 형식 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| 일반구조물 | 4m이하 | 파이프서포트 | - 수리구조물, 수로암거, 통로암거, 지하차도, 지하보도 등 |
| | 4m이상 | 시스템 동바리, 강관틀 동바리 | |
| 교량 (교각, 교대포함) | 4m이하 | 시스템 동바리, 강관틀동바리, 파이프서포트 | -15m 이내지간의 경우 적용<br>-파이프 서포트는 RC박스교에 적용가능 |
| | 4m이상~ 10m 미만 | 시스템 동바리, 강관틀동바리 | |
| | 10m 이상 | 강재동바리 | |

※ 파이프서포트는 4m이하 제품까지 (사)한국가설협회에서 안전인증을 획득하였음

### 3.2.2 파이프 서포트

① 파이프 서포트는 방호장치 의무안전기구 기준 또는 KS F 8001에 적합하여야 한다.

② 파이프 서포트의 안전인증기준은 표.3.2와 같다.

**표 3.2 파이프 서포트의 안전인증기준($P_{scr}$)**

| 길이(㎜) | 안전인증기준(kN) |
|---|---|
| 6,000이하 | 40이상 |

### 3.2.3 시스템 동바리

① 시스템 동바리는 방호장치 의무안전인증기준 또는 KS F 8021에 적합하여야 한다.

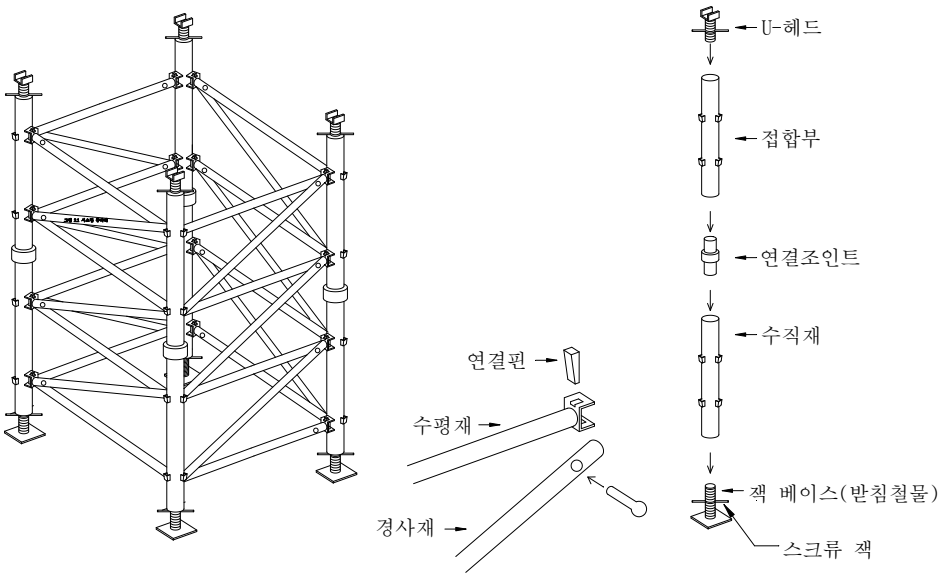
② 시스템 동바리 각 부재의 허용인장성능은 허용인장능력을 따르고 안전인증기준은 표 3.3과 같다.

**표 3.3 수직재의 안전인증기준**

| 호칭길이(㎜) | 안전인증기준(kN) | |
|---|---|---|
| | 1종 | 2종 |
| 900미만 | 160 이상 | 90 이상 |
| 900이상 1200미만 | 140 이상 | 70 이상 |
| 1200이상 1500미만 | 120 이상 | 55 이상 |
| 1500이상 1800미만 | 90 이상 | 40 이상 |
| 1800이상 2100미만 | 70 이상 | 30 이상 |
| 2100이상 2400미만 | 60 이상 | 25 이상 |
| 2400이상 2700미만 | 50 이상 | 20 이상 |
| 2700이상 3000미만 | 40 이상 | 17 이상 |
| 3000이상 3300미만 | 35 이상 | 14 이상 |
| 3300이상 3600미만 | 30 이상 | 12 이상 |
| 3600이상 | 25 이상 | 10 이상 |

③ 위 ①항 외 제품은 공인인증시험기관에서 성능시험을 통하여 확인된 값을 적용하여야 한다.

④ 수직재, 수평재, 경사재 등의 각각의 부재를 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 동바리 형식이다.



### 3.2.4 강관틀 동바리

① 강관틀 동바리는 방호장치 의무 안전인증기준 또는 KS F 8022에 적합하여야 한다.

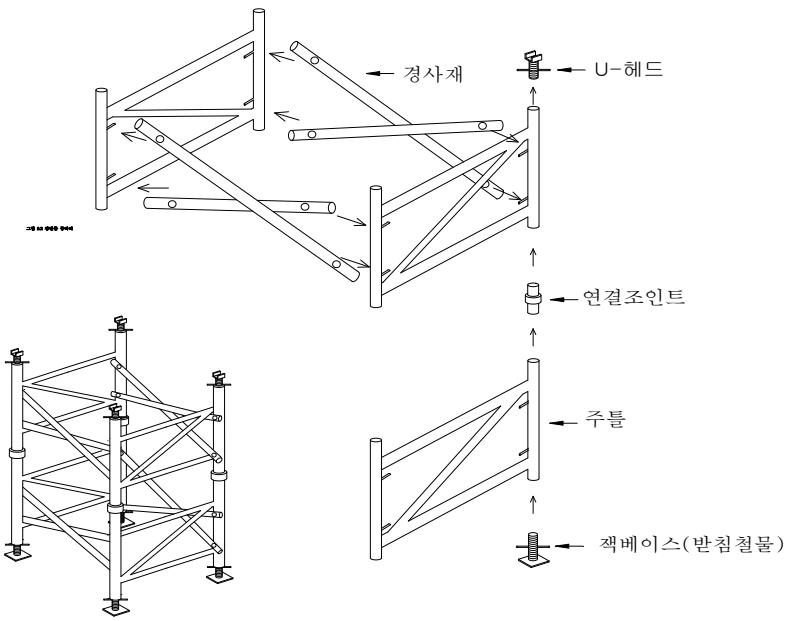
**표 3.4 주틀의 안전기준($P_{scr}$)**

| 길이(㎜) | 안전인증기준(kN) |
|---|---|
| 900 | 360 이상 |
| 1200 | 300 이상 |
| 1500 | 240 이상 |
| 1800 | 180 이상 |

**표 3.5 가새재의 안전인준기준($P_{scr}$)**

| 종 류 | 길이(㎜) | 안전인증기준(kN) |
|---|---|---|
| 단일가새 | 1500미만 | 15 이상 |
| | 1500이상 2400미만 | 12 이상 |
| | 2400이상 | 8 이상 |
| 교차가새 | - | 15 이상 |

② 강관틀 동바리는 그림 3.2와 같이 수직재, 수평재 및 경사재등을 용접으로 일체화시켜 생산한 주틀과 경사등을 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 동바리 형식이다.



### 3.2.5 강재동바리

① 강재 동바리에 적용되는 대구경 원형 강관, H 형강, I 형강 또는 플래이트거더 등의 강재는 KS 규격에 규정된 다양한 종류의 강재가 사용될 수 있으며, 강재의 재료 특성치는 표 3.6과 같다.

**표 3.6 강재 두께에 따른 기준항복점 및 인장강도**

| 강 종 | STK400, SS400<br>SM400, SMA400 | STK490<br>SM490 | STK500, SM490Y<br>SM520, SMA490 | SM570<br>SMA570 |
|---|---|---|---|---|
| 강재의 판두께 | 40 mm 이하 | 40 mm 이하 | 40 mm 이하 | 40 mm 이하 |
| 기준항복점 (MPa) | 240 | 320 | 360 | 460 |
| 인장강도 (MPa) | 400 - 510 | 490 - 610 | 490-610 | 570-720 |

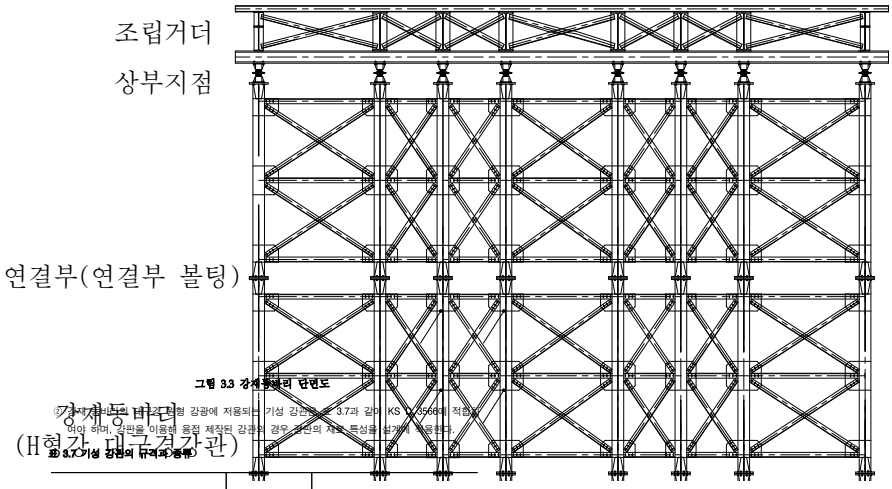



그림 3.3 강재동바리 단면도

② 강재 동바리의 대구경 원형 강관에 적용되는 기성 강관은 표 3.7과 같이 KS D 3566에 적합하여야 하며, 강판을 이용해 용접 제작된 강관의 경우 강판의 재료 특성을 설계에 고려한다.

표 3.7 기성 강관의 규격과 종류

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

③ 강재 동바리의 형강 또는 플레이트 거더에 적용되는 강재는 표 3.8과 같이 KS D 3503, KS D 3515 및 KS D 3529에 적합하여야 한다.

**표 3.8 형강 또는 플레이트 거더의 강재규격과 종류**

| 규격번호 및 명칭 | 종류 | 강 종 |
|---|---|---|
| KS D 3503<br>일반 구조용 압연 강재 | 2종 | SS400 |
| KS D 3515<br>용접 구조용 압연 강재 | 1종<br>2종<br>3종<br>4종<br>5종 | SM 400 A,B,C<br>SM 490 A,B,C<br>SM 490Y A,B<br>SM 520 B,C<br>SM 570 |
| KS D 3529<br>용접 구조용 내후성 열간압연 강재 | 1종<br>2종<br>3종 | SMA 400 B,C(W, P)<br>SMA 520 A,B,C(W, P)<br>SMA 570(W, P) |

## 3.3 동바리 설계

### 3.3.1 일반사항

① 동바리는 콘크리트 타설시 발생되는 수직 및 수평하중에 대해 안전하도록 설계되어야 한다.

② 동바리 설계는 허용응력 설계법을 따르는 것을 원칙으로 한다.

③ 재사용 동바리 부재의 허용압축응력은 재사용 가설기자재의 성능저하에 따른 안전율1.3으로 나눈 값을 사용한다. 다만, “재사용 가설기자재 자율등록제”에 등록된 동바리부재의 허용압축응력은 안전율 1.15로 나눈 값을 사용한다.

④ 파이프 서포트와 같이 좌굴장이 부재 전체길이와 같은 경우에는 2.6의 동바리 안전인증기준 성능을 <표 2.1> 동바리의 안전율과 재사용 가설기자재 성능저하에 따른 안전율로 나눈 허용압축하중에 근거한 안전성 검토식을 사용하여 안전성을 검토할 수 있다. 다만, 안전인증대상 제품이 아닌 동바리 부재의 경우에는 공인시험기관의 시험값을 안전인증기준 성능으로 대신 사용할 수 있다.

$$S.F = \frac{f_a}{f_d + f_i} > 1.0$$

$$S.F = \frac{f_a}{f_d + f_i} = \frac{P_a / A}{(P_a + P_i)/A} = \frac{P_a}{P_d + P_i} > 1.0$$

$$P_a = \frac{P_{scr}}{RF_1 + RF_2}$$

여기서 S.F : 안전율(safety factor)로 부재의 허용응력에 대한 설계하중으로 인한 응력비를 말함.

$f_a$ : 허용하중 $P_a$ : 허용압축하중 $f_d$ : 고정하중

$P_d$ : 고정하중 $f_i$ : 작업하중 $P_i$ : 작업하중에 대한 허용압축하중

$P_{scr}$ : 안전인증기준 $RF_1$ : 안전인증기준에 대한 안전율

$RF_2$ : 재사용 가설기자재의 성능저하에 따른 안전율

여기서, “재사용 가설기자재 자율등록제” 적용제품 : = 1.15

“재사용 가설기자재 자율등록제” 비적용제품 : = 1.3

⑤ 동바리는 허용지반지지력 및 침하를 초과하지 않고 부과되는 하중을 지지하고, 모든 부속품이 변형기준과 허용응력을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.

⑥ 동바리의 설계는 시공 중과 완성 후의 침하와 변형을 고려하여야 한다. 이때, 예상되는 전체 침하량은 가설기초의 침하와 동바리 자체의 변형량을 포함하여야 한다.

⑦ 단품 지지형식 동바리의 허용압축내력 산정 시 수평연결재로 좌굴길이를 조정하지 않고 전체 동바리 길이에 대하여 좌굴길이로 산정하였을 경우에는 수평연결재를 생략 할 수 있다.

⑧ 양중이 필요한 동바리는 양중에 의한 영향을 고려하여야 한다.

⑨ 동바리에 설치되는 수평연결재 및 가새는 예상되는 모든 수평하중을 안전하게 지지할 수 있도록 설치하여야 한다.

⑩ 동바리 시공 중 태풍 등과 같은 강풍이 작용하여 동바리가 붕괴될 우려가 있는 경우에는 수직방향 풍하중에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

⑪ 건물의 층고 및 부재의 높이가 높아 단품지지 동바리를 사용할 수 없는 경우에는 구조계산을 하여 안전성을 검토한 후, 현장 여건에 적합한 동바리로 설계하여야 한다.

⑫ 동바리 기초에 말뚝을 시공하는 경우에는 다음 사항을 적용한다.

- 말뚝재하시험을 실시하는 방법으로는 정재하 시험방법 또는 동재하 시험방법을 고려할 수 있다.
- 압축 정재하 시험의 수량은 지반조건에 큰 변화가 없는 경우 말뚝 250개당 1회 또는 본 구조물별로 1회 실시하도록 시방서에 명기한다.
- 시공 중 동재하 시험(EOID, End Of Initial Driving test)은 시공 장비의 성능확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝의 건전도 판정, 지지력 확인 등을 목적으로 실시한다. 재하시험 수량은 지반조건에 큰 변화가 없는 경우 전체 말뚝 개수의 1% 이상 (말뚝이 100개 미만인 경우에도 최소 1개)을 실시하도록 시방서에 명시한다.

⑬ 동바리 구조물에 볼트연결이 필요한 경우 다음 사항을 적용한다.

- 고장력 볼트를 사용하는 모든 가시설물은 너트회전법, 직접인장측정법, 토크관리법, T/S볼트 등을 사용하여 주어진 설계볼트장력 이상으로 조여야 한다.
- 진동이나 하중변화에 따른 고장력 볼트의 풀림이나 피로를 설계에 고려할 필요가 없는 경우와 지압이음은 밀착조임을 할 수 있으며 밀착조임은 설계도면과 시공상세도에 명확히 표기하여야

한다. 여기서, 밀착조임이란 임팩트랜치로 수 회 또는 일반렌치로 최대로 조여서 접합되는 판들이 서로 충분히 밀착된 상태가 된 볼트 조임을 말한다.

- 진동, 충격 또는 반복하중을 받는 이음부 이외의 곳에 설계된 일반 볼트를 고장력 볼트로 대용하는 경우 일반 볼트의 규정을 따라 시공하며, 그 외 서술되지 않은 부분은 “허용응력설계법에 의한 강구조설계기준”에 준하여 검토한다.

### 3.3.2 설계하중

3.3.2.1 연직하중

① 고정하중(D) : 철근 콘크리트와 거푸집의 무게를 합한 하중이며, 콘크리트의 단위질량은 철근의 질량을 포함하여 보통 콘크리트 2,400kg/㎥, 제2종 경량 콘크리트 2,000kg/㎥, 그리고 제2종 경량콘크리트 1,700kg/㎥, 거푸집의 무게는 최소 40kg/㎥,이상을 적용하여야 한다. 다만 특수거푸집의 경우에는 그 실제 거푸집 및 철근의 무게를 적용하여야 한다.

② 활 하 중(L) : 작업하중은 작업원, 결야의 장비하중, 기타 콘크리트 타설에 필요한 자재 및 공구 등의 시공하중, 그리고 충격하중을 포함한다. 작업하중은 슬래브 두께가 0.5m 미만일 경우에는 구조물의 수평 투영면적 당 최소 2.5kN/㎡ 이상으로 설계하며, 슬래브 두께가 0.5m이상 1.0m이하인경우에는 3.5kN/㎡, 1.0m 이상인 경우에는 5.0kN/㎡를 적용한다. 또한 전동식 카트(moorized carts) 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우에는 3.75kN/㎡의 활하중을 고려하여 설계하여야 하며, 콘크리트 분배기 등의 특수장비를 이용할 경우에는 실제 장비하중을 적용하여, 거푸집 및 동바리에 대한 안전 여부를 확인하여야 한다.

③ 적설하중이 작업하중을 초과하는 경우에는 적설하중을 고려하여야 하며, 구조물 특성에 적하하도록 건축구조기준 및 도로교설계기준의 적설하중 항목에 따른다.

④ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0kN/$m^2$ 이상, 진동식 타설 장비를 이용한 경우에는 최소 6.25 kN/$m^2$ 이상을 고려하여야 한다.

⑤ 조립형동바리와 강관틀동바리의 경우에 ①, ②, ③ 항의 각 연직하중을 고려한 연직설계하중은 슬래브 콘크리트 바닥 단위면적당 30 kN/$m^2$이내를 원칙으로 하며, 이를 초과하는 경우에 대한 적용은 발주처의 승인을 받아야 한다.

3.3.2.2 수평하중

① 거푸집 및 동바리는 풍하중 이외에 타설 시의 충격, 또는 시공오차 등에 의한 최소의 수평하중(M)을 고려하여야 하며, 풍하중과 최소 수평하중의 영향을 고려하여 불리한 경우에 대하여 검토한다.

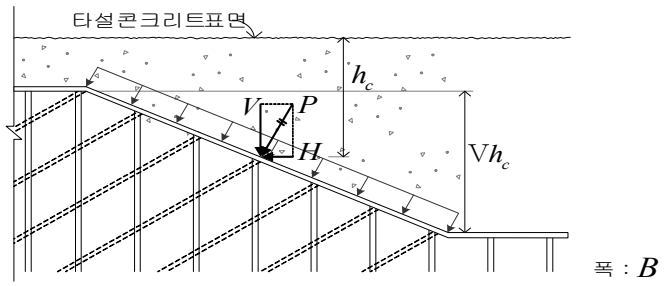
② 수평하중(H) : 콘크리트 교량 상부구조 콘크리트 타설 중에 발생할 수 있는 수평하중은 아래에 규정한 두 값 중 큰 값으로 한다.

- 설계연직하중의 2%에 해당하는 값, 또는 동바리 상단의 수평 방향 단위 길이당 1.5 kN/m중에서 큰쪽의 하중이 최상단에 작용하는 것으로 한다.

③ 수평하중은 동바리 설치면에 대하여 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용한다.

④ 횡경사에 의한 수평하중 : 한번에 타설하는 상부 바닥판의 종단경사 또는 횡경사에 의해 굳지 않은 콘크리트의 유체 압력이 발생하는 경우에는 그림 2.4에 주어진 식에 따라 수평력을 계산하고 ②의 수평하중에 추가하여 고려한다.

⑤ 풍하중(W), 유수압(F), 콘크리트 비대칭 타설시의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 크레인 등의 장비하중, 외부진동다짐에 의한 영향 하중 등과 같이 가설 작업 중 특수하게 발생하는 수평하중(H)의 영향은 별도로 고려하여야 한다.




수평력 : $H = w_c h_c B \nabla h_c$

$w_c$ : 굳지 않은 콘크리트 단위중량으로 여기서는 25kN/㎥을 취한다.

$h_c$ : 굳지 않은 콘크리트 평균수두

$\nabla h_c$ : 횡방향 또는 종방향구배에 의한 높이차

**그림 2.4 횡방향 또는 종방향 구배에 의한 수평력(H)**

⑥ 벽체 거푸집에 고려하는 최소 수평하중은 수직투영면적 당 0.5kN/㎡이 작용하는 것으로 한다.

2.3.2.3 콘크리트 측압

① 콘크리트의 측압은 거푸집의 투영면에 수평방향으로 작용하는 것으로 하며, 일반 콘크리트용 측압, 슬립폼용 측압, 수중 콘크리트 측압, 역타설용 측압 그리고 프리팩트 콘크리트(prepacked concrete)용 측압으로 구분할 수 있다.

② 일반 콘크리트용 측압은 ③항의 경우를 제외하고는 다음 식에 의해 산정한다.

$P = W \cdot H \cdot g$

여기서, P : 콘크리트의 측압(kN/㎡)

W : 굳지 않는 콘크리트의 단위질량(kg/㎥)

H : 콘크리트의 타설 높이(m)

g : 중력가속도 10 N/kg

③ 콘크리트 슬럼프가 175㎜ 이하이고, 1.2m깊이 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설되는 기둥 및 벽체의 콘크리트 측압은 다음과 같다.

ⓐ 기동의 측압은 다음 식으로 산정할 수 있다. 다만 이 경우 측압의 최소값은 30Cw kN/㎥이상이고, 최대값은 W · H값 이하이다.

$$P = C_w \cdot C \left[7.2 + \frac{790R}{T+18}\right]$$

여기서 P : 콘크리트의 측압(kN/㎡)　　$C_w$ : <표 3.8>의 단위질량 계수

C : <표.00>의 첨가물 계수　　R : 콘크리트 타설속도(m/hr)

T : 타설되는 콘크리트 온도(°C)

ⓑ 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하여, 이경우에 측압의 최소값은 $30C_w kN/m^2$ 이고 W · H 값 이하이다.

- 타설속도가 2.1m/hr이하이고, 타설높이가 4.2m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18}\right]$$

- 타설속도가 2.1m/hr이하이면서 타설높이가 4.2m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5m/hr인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18}\right]$$

**표 3.9 단위질량 계수($C_w$)**

| 콘크리트의 단위질량 | $C_w$ |
|---|---|
| 2,250kg/㎥ 이하인 경우 | $C_w = 0.5[1+(W/2{,}300kg/\text{㎥})]$<br>다만, 0.8 이상이어야 한다. |
| 2,250kg/㎥~2,400kg/㎥인 경우 | $C_w = 1.0$ |
| 2,400kg/㎥ 이상인 경우 | $C_w = W/2{,}300kg/\text{㎥}$ |

**표 3.10 첨가물 계수($C_c$)**

| 시멘트 타입 및 첨가물 | $C_c$ |
|---|---|
| 지연제를 사용하지 않는 KS L5201의 1,2,3종 시멘트 | 1.0 |
| 지연제를 사용한 KS L 5201의 1,2,3종 시멘트 | 1.2 |
| 다든 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼입된 시멘트 | 1.2 |
| 다든 타입의 시멘트 또는 지연제 사용한 40% 이하의 플라이 애쉬 또는 70%이하의 슬래그가 혼입된 시멘트 | 1.4 |
| 70% 이상의 슬래그 또는 40% 이상의 플라이애쉬가 혼합된 시멘트 | 1.4 |

④ ③항의 측압 공식을 적용하기 위해 기둥은 수직 부재로서 장변의 치수가 2m 미만이어야 하며, 벽체는 수직 부재로서 한쪽 장변의 치수가 2m 이상이어야 한다.

⑤ 슬립 폼(slip form)의 측압은 타설 높이가 높지 않고 타설 속도가 빠르지 않아 측압을 낮추어 고려할 수 있다.

ⓐ 슬립 폼에는 다음의 측압을 적용할 수 있다.

$$P = 4.8 + \frac{520R}{T+18}$$

ⓑ 다만, 압력용기나 차수용 구조물과 같이 콘크리트의 밀실도를 높이기 위하여 추가로 진동다짐을 할 경우에는 다음의 측압을 적용한다.

$$P = 7.2 + \frac{520R}{T+18}$$

⑥ 수중에 타설하는 콘크리트는 수압에 의해 측압이 감소되는 효과를 고려하여 적용할 수 있다.

⑦ 콘크리트를 거푸집 하부에서 주입하는 역타설의 경우에는 주입하는 압력이 추가로 고려되어야 하며, 최소한 (4.1)식에 의해 계산된 측압의 최소 25% 이상을 추가로 고려하여야 한다.

⑧ 프리팩트 콘크리트용 거푸집의 측압은 골재 투입 시에 거푸집에 작용하는 측압과 주입 모르타르의 측압을 고려하여야 한다.

⑨ 콘크리트 다짐을 외부 진동다짐으로 할 경우에는 이에 대한 영향을 고려하여야 한다.

3.3.2.4 풍하중(W)

① 가시설물의 설계용 풍하중($p_f$)은 다음과 같다. 다만, 이 시방서(설계편)에 별도의 규정이 없는 경우에는 건축구조기준 또는 도로교설계기준의 풍하중 항목에 따른다.

$$p_f = \frac{1}{2}\rho \cdot V_d^2 \cdot G_f \cdot C_f$$

$$V_d = V_o \cdot K_{zr} \cdot Z_{zt} \cdot I_w$$

여기서, $p_f$ : 가시설물의 설계풍압(N/㎡)　　Gf : 가시설물 설계용 가스트 영향계수

Gf : 가시설물의 풍력계수

$\rho$ : 공기밀도로써 균일하게 1.25(N · $s^2/m^4$)적용

$V_d$ : 지표면으로부터 임의높이Z에 대한 설계풍속(m/s)

$V_o$ : 지역별 기본풍속(m/s)　　$K_{zr}$ : 풍속의 고도분포계수

$K_{zr}$ : 가시설물이 위치한 지형에 의한 지형계수

$I_w$ : 재현기간에 따른 중요도계수

② 지형계수(Kzt)는 다음에 따른다.

- 거시적인 지형에 의한 지형계수는 다음과 같다.

**표 3.11 지형계수**

| 풍상측 중 가장 불리한 경사($\varnothing$) | 풍속할증계수 | |
|---|---|---|
| | 경사지($(\varnothing_d \leq 0.05)$ | 언덕, 산$(\varnothing_d \geq 0.1)$ |
| 0.05 | 1.05 | 1.11 |
| 0.1 | 1.09 | 1.21 |
| 0.2 | 1.18 | 1.41 |
| ≥0.3 | 1.27 | 1.61 |

주) 언덕, 산의 경우 풍하측의 경사가 0.05<$\varnothing_d$<0.1일 때는 경사지와 언덕, 산의 사이값을 직선보간하여 사용할 수 있다.

- 기존의 건축물이 건설되어 있는 도심부 공사용 가시설물의 경우 50m 이상의 주변 고층건축물에 대하여 2배 이내의 거리에 가시설물을 설치하는 경우에는 지면으로부터 그 주변건축물 1/2 높이 부분의 가시설물에 작용하는 설계풍속은 1.2배 이상 할증하여야 한다.

- 태풍이 도래하는 시기에도 특별한 대책을 강구하지 않을 목적으로 설치하는 경우에는 설계풍속을 1.1배 할증하여 산정하여야 한다.

③ 풍속고도분포계수($K_{zr}$)는 건축구조기준의 풍하중 항목에 따르거나, 다음 식에 따라 산정할 수 있다.

$$K_{zr} = 1.723\,(\frac{z_D}{z_G})^{\alpha}$$

여기서, $\alpha$ : <표 3.11>의 지표조도지수　　$z$ : 지표으로부터의 높이(m)

$z_D$ : z와 <표.3.11>의 $z_b$ 중에서 큰 값

**표 3.12 지표 조도구분에 의한 각종 계수들$\alpha$**

| 지표조도구분 | 지표상황 | $\alpha$ | $\alpha_2$ | $\beta$ | $c$ | $\epsilon$ | $l$(m) | $z_b$(m) | $z_G$(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | · 해상, 해안 | 0.12 | 0.174 | 1.25 | 0.15 | 0.125 | 200 | 2 | 200 |
| II | · 개활지, 농지, 전원 수목과 저층건축물이 산재하여 있는지역 | 0.16 | 0.210 | 1.54 | 0.20 | 0.200 | 150 | 5 | 300 |
| III | · 수목과 저측건축물이 밀집하여 있는 지역<br>· 중,고층 건축이 산재하여 있는 지역<br>· 완만한 구릉지 | 0.22 | 0.286 | 2.22 | 0.30 | 0.333 | 100 | 10 | 400 |
| IV | · 중,고층 건물이 밀집하여 있는 지역완만한 구릉지 | 0.29 | 0.400 | 3.33 | 0.50 | 0.500 | 50 | 20 | 500 |

④ 가시설물의 풍력계수($C_f$), 가스트 영향계수($C_f$) 및 기본풍속($V_0$)는 현장여건을 고려하여 건축구조기준 또는 도로교설계기준의 풍하중 항목을 따를 수 있다.

⑤ 가시설물의 재현기간에 따른 중요도계수( $\gamma_I$ )는 다음과 같다. 다만, 재현기간(T) 2년 이하의 경우에는 0.63을 적용하고, 이 외 기간에 대해서는 다음 식에 의해 산정할 수 있다.

$$I_w = 0.603 - 0.087 \in \left[ \in \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

$$T = \frac{1}{1-(P)^{\frac{1}{N}}}$$

$I_w$ : 재현시간에 따른 중요도 계수　　T : 재현시간(년)

N : 가시설물의 존치기간(년)

P : 비초과 확률(80%)

3.3.2.5 특수하중

① 시공 중에 예상되는 특수한 하중에 대해서는 그 영향을 고려해야 한다.

② 특수하중이란 콘크리트를 비대칭으로 타설할 때의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 포스트텐션(post tension) 시에 전달되는 하중, 크레인 등의 장비하중 그리고 외부진동다짐에 의한 영향 등을 말한다.

③ 슬립 폼의 인양(jacking) 시에는 벽체길이 당 최소 3 kN/m 이상의 마찰하중이 작용하는 것으로 한다.

3.3.2.6 하중조합

① 위 2.3.2.1의 연직하중과 3.3.2.2의 수평하중은 동시에 고려해야 하는 하중이며, 수평하중에서 2.3.2.2의 ②항과 ③항에 규정된 하중만을 고려하는 경우에는 허용응력을 증가시키지 않으며, ②, ③ 항과 ④항에 규정된 하중을 동시에 고려하는 경우에는 허용응력을 표 3.12와 같이 증가시킬 수 있다.

② 표 3.13에서 하중조합 3의 경우는 일반적으로 고려할 필요가 없으나, 대형교량으로서 동바리의 존치기간이 길고, 그 지역에 특별히 지진에 대한 영향이 예상되는 경우에는 토목구조기술사의 판단에 따라 적용할 수 있다.

**표 3.13 하중조합과 허용응력 증가계수**

| 구 분 | 하중조합 | 허용응력증가계수 |
|---|---|---|
| 1 | D + $L_i$ + M | 1.00 |
| 2 | D + $L_i$ + M + W | 1.25 |
| 3 | D + $L_i$ + M + S | 1.50 |

### 3.3.3 안전율

① 거푸집 지지를 위해 사용하는 동바리의 허용압축하중에 대한 안전율은 지지형식에 따라 <표 3.14>의 값 이상이어야 한다.

**표 3.14 동바리의 안전율**

| 지지형식 | | 안전율 | 시공형태 |
|---|---|---|---|
| 지주형식 동바리 | 단품 동바리 | 3 | 강제 파이프 서포트, 강관과 같이 개개품을 이용하여 지지하는 동바리 |
| | 조립형 동바리 | 2.5 | 수직재, 수평재, 가새 등의 각각의 부재를 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 시스템 동바리 |

② 보 형식 동바리 중앙부 허용휨모멘트에 대한 중앙부 단면설계모멘트의 안전율은 <표 3.15>의 값 이상이어야 한다

**표 3.15 보형식 동바리의 안전율**

| 지지형식 | 안전율 | 시공형태 |
|---|---|---|
| 보 형식 동바리 | 2 | 강제 갑판 및 철재트러스 조립보 등을 수평으로 설치하여 거푸집을 지지하는 시스템 동바리 |

③ 거푸집 긴결재 및 부속품의 안전율은 <표 3.16>의 값 이상이어야 한다.

**표 3.16 거푸집용 부속품의 안전율**

| 부속품 | | 안전율 | 시공형태 |
|---|---|---|---|
| 거푸집 긴결재 | | 2 | 모든 경우 |
| 앵커 | 전단 | 2 | 거푸집하중과 콘크리트 측압만을 지지할 경우 |
| | | 3 | 거푸집 하중, 콘크리트 측압 및 활하중을 지지하는 경우 |
| | 인장 | 2 | 모든 경우 |
| 폼 행거 | | 2 | 모든 경우 |

④ 거푸집 및 동바리의 양중에 관련된 로프나 부속품의 안전율은 5 이상이어야 한다.

### 3.3.4 변형기준

거푸집 널의 변형기준은 공사시방서에 따르며, 달리 명시가 없는 경우는 표면의 평탄하기 등급에 따라 순 간격($l_n$) 1.5m 이내의 변형이 <표 3.17>의 상대변형과 절대변형중 작은 값 이하가 되어야 한다

표 3.17 거푸집 널의 변형기준

| 표면의 등급 | 상대변위 | 절대변위 |
|---|---|---|
| A급 | $l_n / 360$ | 3㎜ |
| B급 | $l_n / 270$ | 6㎜ |
| C급 | $l_n / 180$ | 13㎜ |

※ A급 : 미관상 중요한 노출콘크리트면, B급 : 마감이 있는 콘크리트면
C급 : 미관상 중요하지 않은 노출콘크리트 면

### 3.3.5 파이프 서포트

① 거푸집 동바리 구조에 대한 구조검토를 통해 파이프 서포트의 적정한 간격을 결정하여야 한다.

② 파이프 서포트 허용압축내력 산정 시 수평연결재로 좌굴길이를 조정하지 않고 전체 동바리 길이에 대하여 좌굴길이로 산정하였을 경우에는 수평연결재를 생략할 수 있다.

③ 파이프 서포트 구조계산시 수평하중에 대한 안전성 검토를 실시하여야 한다.

④ 파이프 서포트 설치 전, 지반의 지지력에 대한 안전성 검토를 실시하여야 한다.

⑤ 개구부에 파이프 서포트를 설치하는 경우에는 상부하중을 충분히 지지할 수 있는 지지물을 설치하고 이에 대한 안전성 검토를 실시하여야 한다.

### 3.3.6 시스템 동바리

① 구조계산에 의한 조립도를 작성하여야 한다.

② 시스템 동바리는 수평재 및 가새재를 반드시 설치하여 예상되는 수평하중을 이들 부재가 지지토록 하여야 한다.

③ 경사진 구조물의 가설용 동바리로 시스템 동바리를 사용하는 경우 다음의 편경사 및 평면곡선반경에 대한 조건을 만족하여야 한다. 단, 종단경사의 경우에는 제한을 두지않는다.

- 편경사는 6% 이내이어야 한다.
- 평면곡선 반경은 국토교통부 제정 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 - 해설 및 지침의 ”5-1-2 평면곡선반경“에서 최대 편경사 6%일 때의 설계속도에 대응하는 최소곡선반경 규정을 만족하여야 한다.

④ 동바리의 전체 좌굴을 방지하기 위해 시스템 동바리의 설치높이는 조립되는 동바리 단변 폭의 3배가 넘지 않도록 하며, 초과 시에는 주변구조물에 지지하는 등의 전체 좌굴을 방지할 수 있는 조치를 취하여야 한다.

⑤ 시스템 동바리를 지반에 설치할 경우에는 수직하중에 견딜 수 있도록 지반의 지지력을 검토하여 강재, 목재 등을 이용하여 깔판 또는 깔목을 설치하거나, 지반다짐 후 콘크리트를 타설하는 등의 상재하중에 의한 침하 방지조치를 하여야 한다.

### 3.3.7 강관틀 동바리

① 강관틀 동바리는 수직재, 수평재 및 경사재 등이 용접으로 일체화되어 생산된 주틀과 경사재 등이 조립되어 구조 시스템을 형성하기 때문에 시스템 동바리와 마찬가지로 부재의 단면적과 재료 특성만을 토대로 성능을 산정하기 어렵다. 따라서, 강관틀 동바리부재의 성능은 KS F 8022에 규정된 시험 규정을 따라 하중을 가하여 각 부재가 견딜수 있는 하중의 최대값을 토대로 산정하는 것을 원칙으로 한다.

② 강관틀 동바리는 수평재 및 경사재를 반드시 설치하여 예상되는 수평하중을 이들 부재가 지지토록 하여야 한다.

③ 강관틀 동바리의 상하 수평재 설치간격에 대한 수직재 설치간격의 비는 0.5/1 ~ 1/1의 범위 이내이어야 한다.

④ 경사진 구조물의 가설용 동바리로 강관틀 동바리를 사용하는 경우 다음의 편경사 및 평면곡선 반경에 대한 조건을 만족하여야 한다. 단, 종단경사의 경우에는 제한을 두지않는다.

- 편경사는 6% 이내이어야 한다.
- 평면곡선 반경은 국토교통부 제정 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 - 해설 및 지침의 ”5-1-2 평면곡선반경“에서 최대 편경사 6%일 때의 설계속도에 대응하는 최소곡선반경 규정을 만족하여야 한다.

### 3.3.8 강재 동바리

① 강재 동바리는 대구경 원형 강관 또는 H 형강, I 형강 또는 플레이트 거더 등을 이용하여 설계 및 시공되는 동바리를 말하며, 동바리의 재료특성과 단면형상을 토대로 설계되어 시공 현장에서 다양하게 적용될 수 있는 일반적인 동바리를 말한다.

② 강재 동바리에 유수압이 작용하는 경우에는 2010년 도로교설계기준 2.1.9 수압 (2)항의 값을 적용한다.

③ 강재 동바리에 유목에 의한 충돌하중을 고려할 경우에는 다음 식에 의한 충돌력을 적용한다

$$P_{im} = 0.1 \times W \times v$$

여기서 $P_{im}$ : 충돌력(kN) W : 유송물의 중량(kN)

v : 표면유속(m/s)

④ 강재 동바리에 적용되는 대구경 원형강관의 허용응력은 2010년 도로교설계기준 강교편 3.13.3의 값을 적용한다.

⑤ 강재 동바리에 적용된 형강 또는 플레이트 거더의 허용응력은 2010년 도로교설계기준 강교편 3.3의 값을 적용한다

### 3.3.9 구조해석

① 일반적으로 동바리는 현장조건에 부합하는 각 부재의 연결조건과 받침조건을 고려한 2차원 혹은 3차원 해석을 수행하여야 하나, 구조물의 형상, 평면선형 및 종단선형의 변화가 심하고 편재하의 영향을 고려할 경우에는 반드시 3차원 구조해석을 수행하여 안전성을 검증하여야 한다. 특히 설치 높이가 5m 이하인 시스템 및 강관틀 동바리의 경우에는 2차원 또는 3차원 구조해석을 생략할 수 있으나, <그림 2.52>의 구조설계 순서도에 따라 구조설계를 수행한다.

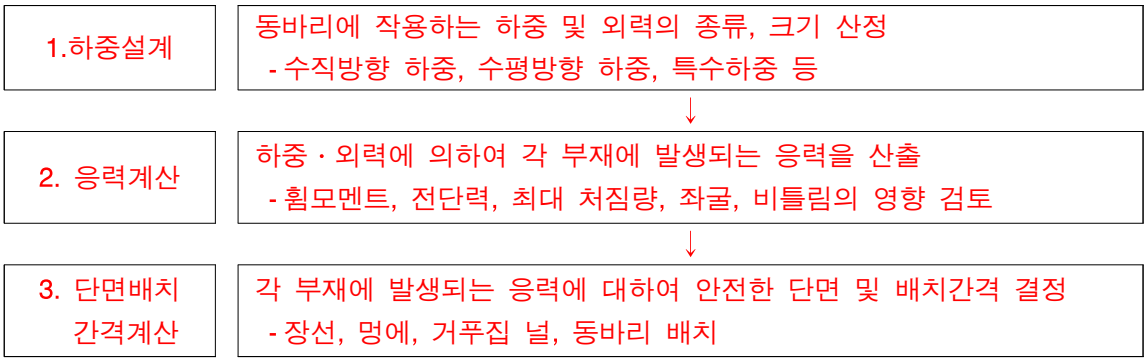



그림 2.5 구조설계 순서도

② 시스템 동바리의 경우에는 각 부재의 연결조건은 다음과 같이 적용한다.

- 수직재와 수직재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 수평재의 연결부 : 힌지 연결(수평재 단부)
- 수직재와 경사재의 연결부 : 힌지 연결(경사재 단부)
- 수평재와 경사재의 연결부 : 힌지 연결

③ 강관틀 동바리의 경우에는 각 부재의 연결조건은 다음과 같이 적용한다.

- 수직재와 수직재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 수평재의 연결부 : 연속 부재
- 주틀과 경사재의 연결부 : 힌지 연결(경사재 단부)

④ 강관틀 동바리의 부재 중에서 주틀을 구성하는 수직재에 연결되는 수평재와 경사재의 연결상세가 강성의 저하없이 용접 연결되는 경우에는 연결조건을 다음과 같이 적용할 수 있다.

- 수직재와 수평재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 경사재의 연결부 : 연속 부재
- 수평재와 경사재의 연결부 : 연속 부재

⑤ 동바리 받침부의 경계조건은 원칙적으로 힌지로 간주한다.

⑥ 위의 규정을 따르기 어려운 경우에는 감독자가 인정하는 구조분야 전문자격을 갖춘 기술자의

판단에 따라 적용할 수 있다.

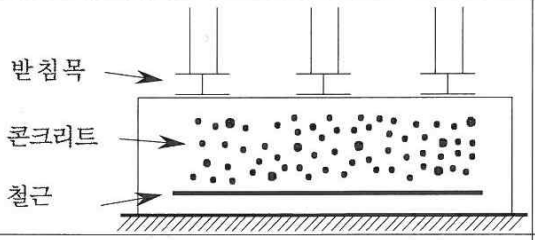
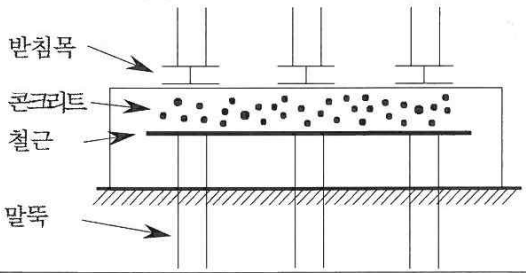
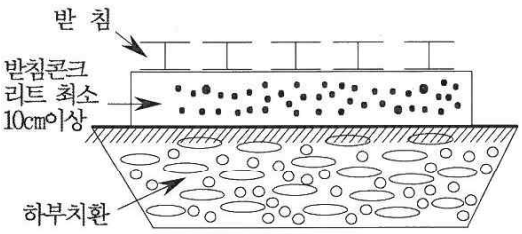
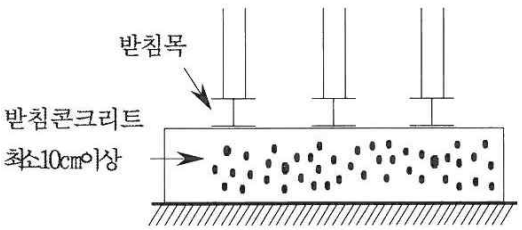
### 3.3.10 하부 기초부 설계

① 동바리 하부에 별도의 기초가 사용될 경우에는 기초의 지지력을 결정하고, 동바리 시공상세도에는 설계 시에 적용한 지지력을 표시하여야 한다.

② 수평하중으로 인해 수직재의 하단부가 이동하는 것을 방지하기 위해 못박기 혹은 받침목 등을 연결하여 변위를 구속하여야 한다.

③ 하부기초 설계는 다음 순서에 따라 실시한다.

- 동바리 본체로부터 기초로 전달되는 하중의 크기를 결정한다.
- 기초에 전달되는 하중을 고려하여 기초지반의 허용지지력을 산정한다.
- 기초 지반 허용지지력에 근거한 하부 기초의 지지 형식을 결정한다.

<table>
<tr><td colspan="2">예) 소요지지력이 지반허용지지력보다 큰 경우</td></tr>
<tr><td>
</td><td>· 지반 허용지지력 및 기초<br>철근콘크리트에 대한 응력검토</td></tr>
<tr><td>
</td><td>· 말뚝 허용지지력 및 기초<br>철근콘크리트에 대한 응력검토</td></tr>
<tr><td colspan="2">※ H빔에 의한 보 형식 동바리 가설의 경우 상기방법 검토</td></tr>
<tr><td>
</td><td>· 시험에 의한 치환깊이, 종류 등을 결정해 소요지지력 확보<br>· 하중분포를 위해 받침목 필히설치</td></tr>
<tr><td colspan="2">예) 소요지지력이 지반허용지지력이내일 경우</td></tr>
<tr><td>
</td><td>· 받침콘크리트는 기초가 아니므로 하중분포를 위해 받침목 필히 설치<br>· 받침콘크리트를 타설하지 않을 경우 받침목을 설치하더라도 국부적 부등침하 필히 검토필요</td></tr>
</table>

④ 기초설계시에는 다음의 시공에 관한 사항을 고려하여야 한다.

- 동바리의 침하를 방지하기 위해 기초지반 위에 두께 100mm이상 콘크리트 슬래브를 타설하고, 콘크리트 표면에 두께 45mm 이상의 받침목이나 전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치한 후 수직재 하단이 놓이도록 한다.

- 동절기에는 기초가 시공되지 않도록 시공 관리하여야 하며, 불가피하게 동절기를 넘겨야 할 경우에는 동결심도 아래로 수직재 기초부가 형성되도록 한다.

⑤ 지반의 지지력은 다음의 방법에 따라 결정한다.

- 확대 기초에서 정적 하중에 대한 흙의 지지력 시험 방법(KS F 2444, 평판재하시험)에 따라 지반 지지력을 확인한다. 이때 지반 지지력은 항복강도의 1/2과 극한강도의 1/3 가운데 작은 값으로 한다.

- 지반침하량은 재하 폭 및 기초 폭에 종속적이므로 허용침하량 이내 인지를 검토하여 또한, 부등침하의 여부를 검토한다.

- 평판재하시험의 경우 재하판 지름의 2배까지만 영향이 미침으로 지하수위 등에 유의하고 특히 지반하부에 배수관 등이 있을 경우에는 강성 보강 등 별도의 대책을 강구한다.

- 허용지지력의 크기는 허용 침하량에 의한 지지력의 1/3과 평판재하시험에 의한 허용지지력을 비교하여 작은 값을 적용한다.

- 말뚝기초의 경우에는 말뚝재하시험방법(KS F 2445, ASTM D 4945 등)에 따라 지반지지력을 확인하며 상세사항은 구조물기초설계기준에 따르고, 해머하중 및 침하량에 의해 지지력을 산정한다.