

거푸집이란?

Concrete Formwork?



김 성 남*

1. 개 요

오늘날 문명 사회에서 인간과 콘크리트(암석에 가까운 물질)와의 관계를 조명하여 볼때 만약 콘크리트가 없었다면 우리 인간들이 살고 있는 현재의 모습은 어떠하였을까? 상상해 보면 흥미스러운 일이 아닐 수 없다.

콘크리트라는 것은 자갈, 모래, 시멘트, 물을 적당히 섞어서 필요로 하는 모양에 넣어 굳게 하는 것을 말한다.

이 콘크리트를 만들 때 사용되는 용기를 바로 '거푸집'이라고 정의할 수 있으며, 각종의 콘크리트 공사에서 다양하게 개발사용되고 있다. 문화수준의 향상에 따른 다양한 형태의 콘크리트 구조물의 공사는 복잡한 구조의 거푸집을 요구하고 있으므로 연구하고 개발해야 할 가치는 시간이 갈수록 커지고 있는 실정이다.

따라서, 우리가 사용하고 있는 것은 단순한 형태의 재래식(component form work)인 것부터 시작하여 최첨단 전자 기계장치를 동원하여 필요

로 하는 소정의 모양으로 대형화하면서 경제적이며 공사기간도 단축하고 실용성도 있고 또 최소의 인원으로 감당할 수 있는 시스템(system form work)으로 가고 있는 것이 오늘날 추세이다.

구조물이 대형이면서 조형미를 필요로 하고 자연환경에 부합토록 하는 구조물의 공사에서는 거푸집 시설이전 공사에 차지하는 비중이 점점 커지게 되고 공사기간에도 고려되고, 특히 안전대책도 강구하여야 한다. 그러나, 설계의 의도가 시공성과 차이점이 있게 되면 이로 인한 구조물은 엄청난 경제적인 손실이 나타나게 될 것이다.

그러므로 미관(美觀)과 경관(景觀), 경제성, 실용성, 내구성, 활용성 등을 감안하면 구조물에서 차지하는 거푸집의 역할은 매우 크다고 볼 수 있다.

더욱이 최근에는 대형 토목 구조물이 속속 늘어나게 되면서 기계화 시공의 시대로 급전환 함에 따라 재래식 거푸집(component form work)으로는 감당치 못하게 되었다. 따라서, 거푸집, 동바리, 비계 등의 시설 즉, 각각에 대한 시스템 거푸집(system form work)화된 가설 공법 개념으로 발전하게 되었으며 이에 맞도록 설계도서화 되어

* (주)대우엔지니어링 서해대교현장 감리단장

야 한다는 것이 오늘의 현실이며 경제적 시공법으로 많은 창의적인 연구가 계속적으로 수행되어야 하리라 생각된다.

2. 거푸집의 일반사항

일반적으로 콘크리트 구조물 시공에 있어서 콘크리트를 거푸집에 넣으면서부터 굳을 때까지 짧은 기간에만 필요로 한 것이라고 생각하고 안전율이 뭐 필요하겠느냐고 생각한다면 큰 오산일수가 있다. 또 경제성에만 치우쳐 설계도서 및 시방서 규정을 무시하면서 시공하여 그 구조물에 엄청난 나쁜 영향을 주던가, 안전성을 해치던가 하는 일이 빈번히 일어나고 있는 실정이다.

그러므로, 거푸집에 관한 내용은 반드시 계약도서에 명시되어야 하며 수직 및 종·횡방향력에 대한 설계기준과 부속물의 검토와 시공성, 안전성, 재료유용성 등을 감안하여 공종별 거푸집 설계도서를 작성하여야 한다. 그러나 우리나라 설계도서에서는 특수한 공종 이외에는 품셈에 있는 내용을 단가로 제시할 뿐 그 외에 사항(상기내용)을 제시하지 않고 시공을 하도록 하는 문제점이 있는 것이 오늘의 실정이다.

그 이유는 거푸집 공사의 계획, 설계, 시공은 계약자의 책임으로 집행하는 것까지는 좋으나 집행과정에서 일반 거푸집 시공에 있어서 설계, 시공 계획에 대한 책임기술자가 승인을 얻지 않고 시공한다는 것이 오늘날 문제점이 되고 있는 것이다.

이런 관계로 우리나라에서는 콘크리트 타설중 거푸집, 동바리 붕괴 사고로 많은 인명 피해를 가져 왔고 이것으로 사회에서 떠들썩한 것이 한 두 번이 아니었다.

다시 말해서 거푸집 공사비를 최소화 시키면서 안전하고 실용성있는 설계를 하는 것은 그 구조물 계획단계에서 부터 이를 감안하여야 한다.

그리고 시공 단계에서 계약자는 거푸집을 그 공종에 부합되도록 도면을 작성하므로 이를 도상에서 문제점을 파악하여 도상에서 수정하여 문제를 해결할 수 있으며 이 도면은 작업장의 목수가 알아볼 수 있도록 자세하면서도 명확하게 작성된다면 상기와 같은 문제점도 해소되고 가장 중요한

품질관리상의 문제도 아울러 해결할 수 있다고 본다.

또 설계자는 시공방법 및 목표로 하는 의도를 계약도서에 명시하여 시공자에게 진의를 명확하게 전달될 수 있도록 하는 것이 또한 문제점을 해결하는데 아주 큰 도움을 주는 것이라고 한다.

여기서 진의를 명확히 전달해야 하는 것은 구체적으로 그 구조물의 성격, 기능 등의 설계기준, 허용오차등을 제시하는 것을 말한다.

아울러 개별적인 시방서(individual specification)는 공종마다 특성에 따라 공사에 관련된 사항을 명시하여 모든 사람이 잘 이해할 수 있도록 작성하여야 한다. 특히 재료 및 부속자재등도 자세히 제시하여야 하며 또한 최종 콘크리트 표면 마감에 관한 설계자가 요구하고 있는 특성과 측정(measurement)요령을 명시하여 어떤 사람이 검측하더라도 이를 토대로 하여 하나의 판단을 하도록 해야 한다.

거푸집 공사의 안전성은 계약자의 책임이긴 하지만 설계자 또는 감독자는 필요시 설계를 검토 승인하는 흐름도를 계약도서에 또는 개별적인 시방서(individual specification)에 명시해야 한다.

물론 특수공법, 특별한 마감이 요구되는 공사, PC공사, Cell구조물 등 특수하게 요구된 사항은 자동으로 상기와 같은 내용으로 실천하고 있으나 아직까지도 미흡한 것이 많으므로 상기 내용과 같이 신중을 기하여야 한다고 생각된다.

3. 설계사항

3.1 설계일반

거푸집, 동바리는 소정의 강도와 강성을 가지는 동시에 완성된 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보되어야 함은 물론 만족스러운 콘크리트 형상이 되도록 설계, 시공해야 한다.

거푸집 동바리는 콘크리트 구조물에 대한 거푸집 공사에 관한 상세한 도면 및 설계계산서를 제출하고 콘크리트의 타설 방법, 거푸집 동바리의 때어내기, 설계자의 콘크리트의 면 또는 제시한 요구사항, 전용 등 시공계획에 따라서 그들의 설

세도를 작성하고 이에 따라 시공하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 승인을 받더라도 기푸집 공사에 관한 모든 책임은 계약자에 있다는 사실을 알아야 하므로 지정된 설계하중, 공사방법, 타설속도, 타설높이, 타설길이, 온도, 습도, 장비 및 타설순서, 솟음, 기푸집재료와 부속자재등 공사의 전반적인 계획하에 하중을 충분히 지지(支持)하고 치수가 정확히 맞도록 기푸집을 설계하고 설치하여야 한다.

3.2 하중

다음의 하중 수치는 기푸집 설계시의 일반적이고 개괄적인 사항을 제시한 것이다.

3.2.1 수직하중과 횡압력

사하중=기푸집 자중+타설 콘크리트의 중량
 활하중=작업인부+공사 장비+쌓아놓은 자재의 중량+운반로+충격

콘크리트의 자중 : 2.5ton / m³

기푸집 자중(철재제외) : 50kg / m² ~ 70kg / m²

충격하중 : 콘크리트의 중량의 12.5%

수평하중 : 수직하중의 10%

풍하중 : 일반인 경우 20m/sec일 때 40kg / m²
 40m/sec일 때 150kg / m²

****** 아주 높은 동바리등은 바람에 대한 특별한 영향을 받는 것으로 특별관리를 해야 한다.

여기서 시공중에 콘크리트는 유동성이기 때문에 기둥, 벽체에서는 연직재에 주는 압력은 정수압 또는 동수압으로 볼 수 있기 때문에 그 압력은 부재의 높이, 콘크리트의 타설속도 또는 온도에 의해서 상이하므로 Wyun씨는 다음과 같은 수치를 제안하였다.[참고분헌]

표 1 벽체, 기둥내에서의 fresh 콘크리트 중량

공 종	콘크리트 타설높이	가정 하중(압력)
벽 체	1.5m 이하	2.3t / m ³
	1.5 ~ 3.0m	2.0t / m ³
	3.0 ~ 6.0m	1.6t / m ³
	6.0m 이상	1.2t / m ³
기 둥	-	2.0t / m ³
기 타	-	2.2t / m ³

다음 그림 1은 벽체 기푸집, 그림 2은 기둥 기푸집에 콘크리트 타설속도와 최대 횡압력 또는 온도와 관계를 제안한 그림인 것이다.(자료는 미국 콘크리트 위원회에서 참고된 것임)

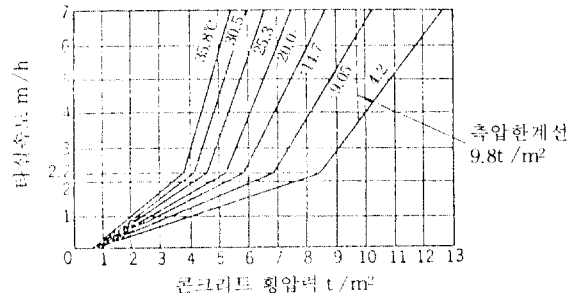


그림 1 벽체 콘크리트 횡압력

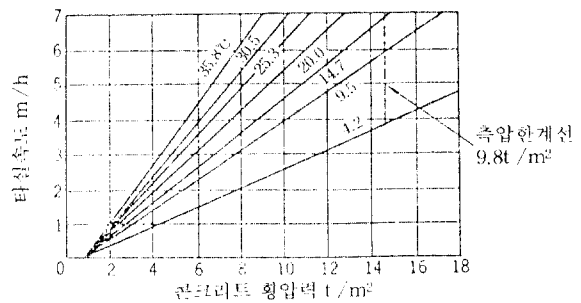


그림 2 기둥 콘크리트 횡압력

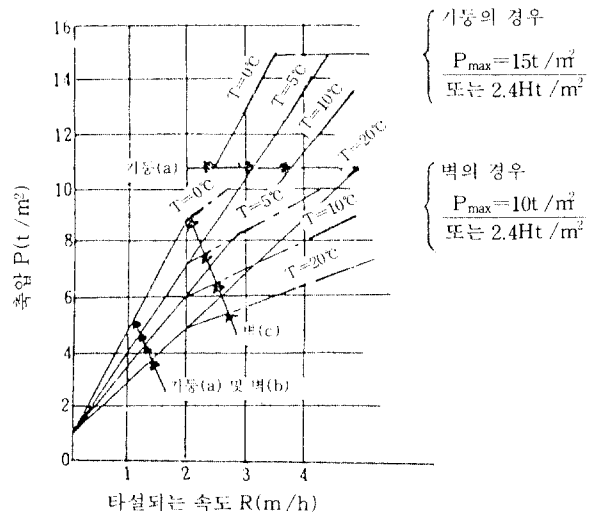


그림 3 콘크리트 축압

콘크리트의 축압은 배합, 타설속도, 타설높이, 다지기방법, 타설할 때에 콘크리트의 온도에 따라 다를 뿐아니라 지연제 기타의 혼화제, 부재단면의 치수, 철근량, 슬럼프값에 따라서 영향을 받으므로 그 가정에 있어서 충분히 검토해야 한다.

그림 3은 슬럼프값 10cm를 기준으로 하였을 때 콘크리트 축압을 나타낸 것이다.

더욱이 상기 도표에서는 콘크리트 펌프카에 의해 타설되는 기준으로 한 것이 아니기 때문에 각 별히 하중에 대해 검토 시행해야 한다.

특히 콘크리트를 타설할 때 편심이 생기지 않도록 해야 하기 때문에 콘크리트 시공계획 때 타설 방법에 대한 검토를 충실히 하여야 한다.

3.2.2 재료의 강도

거푸집 설계시에 사용하는 재료의 강도는 별도 규정에 제시되어 있으며 조립용 거푸집은 충분한 계산 근거와 사용실적 및 자료가 있을시 사용하여야 한다.

1) 목재

침엽수일 경우 휨응력 105~135kg/cm²

압 축 90~120kg/cm²

진 단 7.5~10.5kg/cm²

활엽수일 경우 휨응력 150~195kg/cm²

압 축 105~135kg/cm²

진 단 15~20kg/cm²

2) 거푸집 및 동바리에 사용하는 강재

$$\text{허용휨응력} = \frac{\text{강재의항복점}}{1.5}$$

(SS 41일 때 1600kgf/cm²)

$$\text{허용압축응력} = \frac{\text{강재의항복점}}{1.5}$$

(SS 41일 때 1600kgf/cm²)

$$\text{허용전단응력} = \frac{4}{5} \times \text{허용인장응력}$$

(SS 41일 때 1280kgf/cm²)

3) 부속자재

거푸집 부속자재에 대한 최소 안전율(재료의 극한강도 기준)

Form Tie 안전율 1.5~2.0

Form anchor 안전율 2.0~3.0

Form hanger 안전율 2.0 이상

Wire rope 안전율 4.0 이상

3.3 기타사항

거푸집은 콘크리트면을 만들어주는 판 구조만이 아니라 거푸집을 고정 위치에 설치하여 주는 동바리이므로 이는 설계시 거푸집 설계도서도 중요한 사항에 속한다.

동바리는 수직지지재와 경사지지재등으로 구분할 수 있으며 연결부(splices)는 특별장치 없이는 맞댐 또는 겹침이음을 해서는 안되며 상부에서 오는 모든 하중을 약 1.5배 이상 안전율로 지지할 수 있도록 하여야 하며 횡방향 버팀대(bracing)는 수직 및 연직부재들이 좌굴방지를 하여야 하므로 가로 세로 모든 방향으로 설치되어야 한다.

또 설치 간격은 세장비($\frac{l}{r}$)을 고려하여 결정하여야 하고 기초지반에서 부등침하가 일어나서는 않된다.

4. 시 공

4.1 안전상 주의사항

양생전 콘크리트는 유동적인 상태로 있기 때문에 자립강도가 전혀 없어 신중히 검토하여야 하며, 거푸집은 설계위치, 치수 및 콘크리트면등 요구하는 안전율을 확보하여야 한다. 거푸집공사에서의 실패는 설계 부적격보다는 관련 기술자 또는 기능공의 사소한 실수 및 소홀에 기인한 것이다.

이러한 실정을 감안하여 설치시 주의 깊고 지속적인 관찰과 검측을 함으로써 엄청난 사고를 미연에 방지를 할 수 있다고 생각된다.

다시말해서 안전하게 시공한다는 것은 이 규정을 지키지 아니하고 얻는 단기적인 이익보다 장기적으로 훨씬 경제적 결과가 나타난다는 사실을 깨달아야 한다. 거푸집 공사시 안전상 주요사항은 다음과 같다.

(1) 거푸집 공사 지역에 제 3자 접근을 방지하기 위한 안전표시 및 방책을 설치한다.

(2) 콘크리트 타설중 거푸집 변형을 감지하도록 관찰자 배치와 침하봉 등의 시설을 하고 이를 관

찰하는 자가 있어야 한다. 자동감지기를 설치하여 감시할 수도 있다.

(3) 비상시 거푸집 보강을 할 수 있도록 자재를 주변에 배치한다.

(4) 만일 조립식 거푸집의 경우 크레인으로 인양하는 지점을 설계도서에 명시하도록 하여 시행에 차질 없도록 하여야 한다.

(5) 거푸집 설계도서상에 비계작업대, 가드레일 등을 표기 한다.

(6) 거푸집 현장 안전검사를 위한 세부 실시계획을 수립하고 인내를 가지고 실천하여야 한다.

(7) 거푸집을 설치하고 사정에 의해 상당한 기간을 방치하고 난 후 공사를 재개할 때는 거푸집을 재검측하도록 하고 보강하지 않은 상태에서 콘크리트를 타설하는 경우가 있어서는 안된다.

4.2 시공 및 설계상의 결함사항

거푸집 및 동바리는 콘크리트가 상당히 경화하도록 하고 거푸집 및 동바리가 압력을 받지 않게 될 때까지 그대로 두는 것이 원칙인 것이다.

특히 동바리는 콘크리트 부재가 안전하게 자중과 그 위에 놓이는 하중을 견딜 수 있는 강도에 달할 때까지 제거해서는 안된다. 또한 떼어낼 때에도 구조물 강도에 해를 끼치지 않도록 조심스럽게 다루는 것이 원칙인 것이다. 시공 및 설계상의 주요한 결함사항은 다음과 같다.

4.2.1 시공상

(1) Bracing의 처리가 부적절히 설치했을 때
(2) 중간 이음부가 있는 동바리의 부적절한 횡 bracing 또는 연결장치를 소홀히 취급할 때

(3) 수직 콘크리트 타설속도가 규정을 어기고 소홀히 했을 때

(4) 수평 콘크리트 타설속도 및 순서관리 소홀로 거푸집에 불균형 하중이 작용하도록 할 때

(5) 동바리 기초재료 설치불량 및 지반이 불안정할 때

(6) 콘크리트 타설중 거푸집 및 동바리가 이상 변형을 일으키고 있는 상태를 사전에 검사치 못할 때

(7) 못, bolt, 조임 등을 소홀히 취급하였을 때

(8) 동바리가 수직이 아니고 경사지게 설치되어 있을 때

(9) 철재 동바리의 이음, 잠금장치가 풀어졌을 때

(10) 인근에서 중장비 작업 등 기타 여건에 의해 진동이 전달되었을 때

(11) 폼 타이(Form tie)나 빼기가 제 기능을 발휘하지 않았을 때

(12) 주변 지반변화, 다시말해서 거푸집, 동바리 설치 부근에서 터파기 등 작업여건이 변화되었을 때

(13) 동바리를 콘크리트가 소정강도에 미달하였을 때에 제거하는 경우

(14) 기초받침대, 하부지지력 부족, 다시말해서 동상된 지반이나 동상된 덩어리로 정지(整地)한 곳에 설치하는 경우

(15) 공장에서 제작한 거푸집 동바리의 제작사가 제시한 자재취급 시방서에 따르지 않을 경우

(16) 콘크리트를 타설한 후 2~3일내 콘크리트 면상에 재하급지와 변형이 생길 정도로 상부에 자재를 쌓아 놓았을 경우

(17) 각종 수평, 수직, 이음부에서 자재에 따라 이음장치 불량

(18) 거푸집 이음부가 동일 장소에 위치

(19) 거푸집은 콘크리트(아직 굳지 않았을 때) 내에 있는 시멘트 페이스트가 거푸집 이음부에서 누출

(20) 거푸집 하부에 반드시 청소구 및 확인구를 미설치

(21) Camber관리를 하지않고 거푸집 설치에 소홀히 하였을 때

4.2.2 설계상

(1) 시공회사가 계약도서의 거푸집 내용을 정확히 이해하지 못하고 부정확하게 시공하는 경우

(2) 공사중 설계에서 가정한 바람하중, 타설 장비규격 및 중량, 성능 자재 적치 등에 대한 비교 검토 여부에 따라서 결정하지 않을 경우

(3) 거푸집 제거후 다시 받치는 동바리 설치계획이 부적절할 경우와 응력이 부족할 때

(4) 경사 거푸집면에 대한 부상방지 장치 부적절한 경우

(5) 거푸집 동바리의 편심하중을 견디지 못할 경우

(6) 콘크리트 타설 순서에 따른 편심하중 작용에 대한 허용치 적용이 불충분하는 경우

(7) 동바리나 받침대와 연결된 부재의 작용하는 압력을 잘못 적용하였을 때

(8) 콘크리트 타설시의 처짐을 예상하고 이를 계산근거에 의해 설치위치를 명기하고 이를 준수를 하지 않았을 경우

이를 준수하지 않았을 때에는 처짐이 생기게 되어 구조물의 기능을 상실하게 된다.

4.2.3 거푸집과 품질관리

상기에서 설명한 것과 같이 콘크리트는 유동성 물체로 시작하여서 어느 시간이 경과가 되어야 고형성물체로 변화하기 때문에 변화되는 과정에서 품질에 직접적으로 영향을 미친다. 다시 말해서 설계서의 모양, 위치, 특히 미관, 내구성 등에 관련되기 때문에 거푸집을 소홀히 취급한다는 것과 또다른 부실공사를 초래하는 것이다.

구체적으로 거푸집과 품질관리와의 관계를 설명한다면 다음과 같다.

콘크리트는 유동성에서 초결까지는 약 3시간 정도 걸린다.(슬럼프, 온도, 습도 등에 의한 여건은 약간 다르다.)

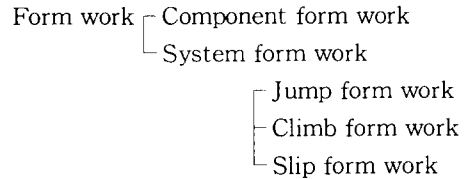
이때에 타설되는 과정이나 타설을 한후에 거푸집이 약간 움직이거나 어느 부위에서 시멘트 페이스트가 흘러나가는 부위에서는 자갈 모래만 남게 되고 진동없이 다지기를 할 때에 면이 거칠어지고 또는 진동으로 거푸집이 움직이면 표면은 물론 미관이 거칠뿐 아니라 누수현상 또는 강도부족등 문제점이 야기되는 일들이 우리 주위에서 허다하게 발생하고 있는 실정이다.

5, 거푸집의 종류

최근에는 거푸집과 버팀목, 비계가 원동력을 겸비하여 System form work화 시킨 거푸집이 주류를 이루며 이는 고정식과 이동식으로 구분이 되어

그 구조물 대상에 따라 가설공법에 의해 기능과 재료, 구조, 원동력이 달라지고 또한 개발자에 따라서 명칭도 달라하는 실정이다.

5.1 하부구조의 가설공법에 따른 거푸집의 구분 (교각, 교대, 벽체 등 수직 구조물계통)



5.1.1 Component form work

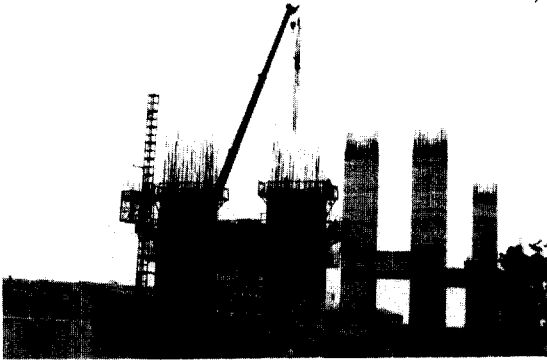
재래식 거푸집은 일반적으로 소구조물에서 주로 목재를 사용하는 것이며, 목재부족 및 시공성 등을 감안하여 철재거푸집을 사용하면서 장비로 조립하는 단계까지 가고 있다. 토목 및 건축 구조물등에서 많이 사용하고 있다.

5.1.2 System form work

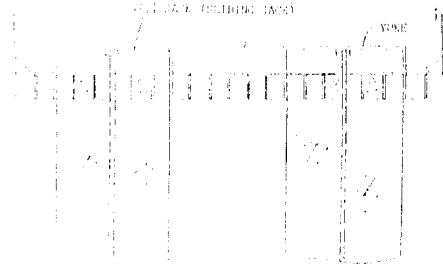
대체적으로 높은 벽체, 높은 교각 또는 교대등의 교량 구조물에서는 상기와 같은 jump form이나 climb form이나 slip form의 3가지 중의 하나를 사용하고 있다.

일반적으로 콘크리트 구성 원가 중 form work가 20%~40% 정도의 비교적 높은 비중을 차지하고 있는데 다른 공종은 기계화로 인한 인력절감이 현저한 반면 form work는 상대적으로 기술개발이 되지 않고 있는 바(우리나라를 기준한 것임) 공기, 원가, 인원, 안전에 있어 중점 관리해야 할 항목으로 지적되고 있는 실정이다. 특히 높은 교각, 교대와 벽체등의 경우 재래식으로 시공한다면 엄청난 공기, 원가, 안전관리와 시공성 등을 감안할 때 오늘날 system form work를 이용하지 않고는 시공이 불가능한 실정이다. 특징을 요약한다면

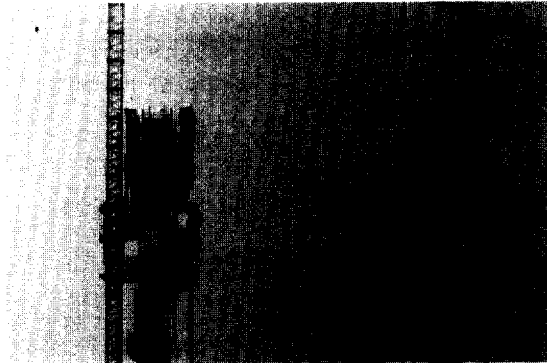
- 1) 공기 추정이 확실.
- 2) 빠른 시공속도 유지.
- 3) 비계, 동바리 등이 별도로 필요 없으며.
- 4) 안전성이 우수하고
- 5) 고공작업에 시공성이 용이하고



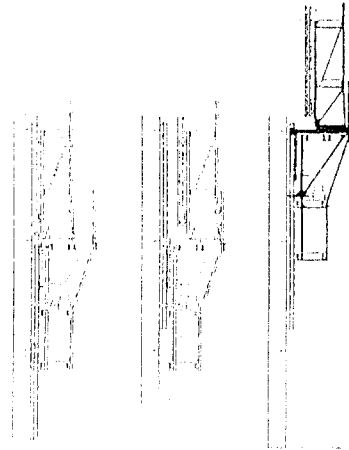
SLIP FORM 시공광경



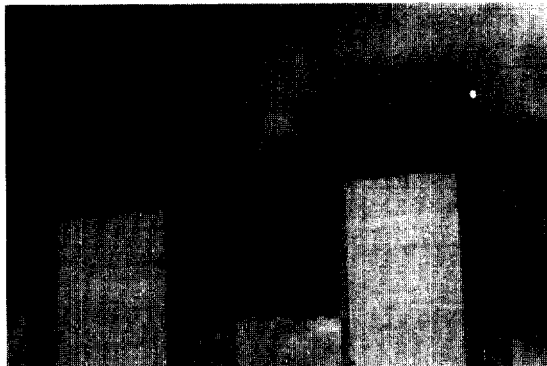
SLIP FORM 개략도면



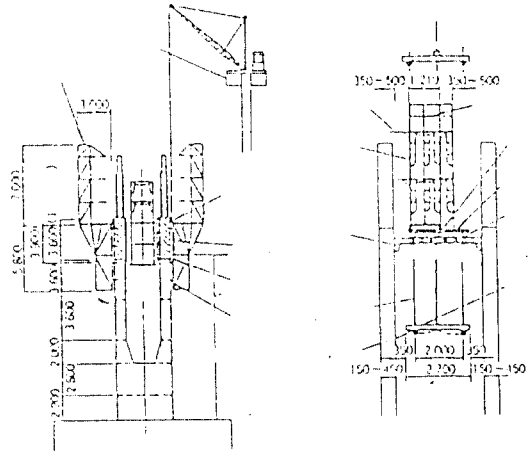
CLIMB FORM 시공광경



CLIMB FORM 개략도면



JUMP FORM 시공광경



JUMP FORM 개략도면

그림 4 시스템 form work

표 2 Slip form, climb form과 jump form의 장단점 비교

구분	slip form	climbing form	jump-up form
구성	- panel, yoke, for, jack, 비계, winch	- pannwl, baracket, anchor	- pannel Bracket Anchor
form 설치	- 한번 설치된 일체식 거푸집으로 유압 jack에 의한 자주식 이동 설치	- crane & tower crane 유압 jack 등을 사용하여 거푸집 이동 - lstep 이동후 tie rod, anchor에 의해 고정	- auto jump-up form(slip form과 같이 yoke, rod, jack 이용)
1 lot 높이 및 속도	- 3~30cm/회 - 주로 3cm씩 주어로 상승	- 3.6~3.9m/회 3.6~4.8m/4~6일 소요	콘크리트 타설 1일 양생 또는 탈형 1.5~3.0일 철근조립 및 상승 1일 거푸집 탈형 및 청소 1일 4.5~7.5일
작업시간	- 24시간 연속작업	- 주간(낮) 작업(야간에 철근 조립 및 거푸집 설치 곤란)	- 주간(낮) 작업
품질관리 (상세내용 별첨 참조)	- 계절적 온도변화 기상조건에 따른 특별한 주의 요망 - 기온에 따라 조강제, 지연제, 고유농화제, 압도관리 등에 세심한 주의가 필요	한번 결정된 콘크리트 배합으로 압도관리하면 특별한 주의 요망되지 않음 - 거푸집이 콘크리트에 의지하여 운용된다.	- 한번 결정된 콘크리트 배합으로 압도관리하면 특별한 주의 요망되지 않음.
콘크리트 표면	- 연속작업으로 인한 거푸집 표면처리 불량 - 매회 3cm씩 타설되어 표면 색깔의 변화가 심하다.	- 거푸집을 해체 조립하므로 면처리 양호 - 3.6~4.6m/lot이므로 표면 색깔 변화없음 - 1lot마다 cold join관리 필요	- 거푸집을 해체 조립하므로 면처리 양호 - 3.6~4.6m/lot이므로 표면 색깔 변화없음. - 1lot마다 cold join관리 필요
시공정도	- 수직도 확보가 어렵다.(Twist등 비틀림 현상)	- 양호하다	- 양호하다
시공관리	- 정밀 자동과화 기자재 없이는 관리상 어려움이 있다.(특히 야간작업시 관리어려움) - 사전에 예방할 수 없으며 한번 변형되면 수정이 어렵다. - Yoke로 발미암아 친장이 얇아 철근조립에 어려움이 많이 있음.	- 1Lot씩 설치하므로 사전에 검측조사 수정할수가 있다. - 철근조립은 어려움이 없음.	- 1Lot씩 설치하므로 사전에 검측조사 수정할수가 있다. - 철근조립은 어려움이 없음.
균열정도	- 배합, 대기온도, 혼화제, 양생기간 등 여러조건에 따라 다르다. - 거푸집의 밀림정도에 따라 균열이 많이 발생할 수도 있다.	- 배합, 대기온도, 혼화제, 양생기간 등 여러조건을 검토 사전에 방지 가능. - 회 치기 파다로 특별한 양생관리 필요.(pipe cooling 등 조치가능)	- 배합, 대기온도, 혼화제, 양생기간 등 여러조건을 검토 사전에 방지 가능. - 회 타설량 파다로 특별한 양생관리 필요.(pipe cooling 등 조치가능)
구조물 모양에 따른 전용성	- 아주 어렵다. - 교각이 두층로 되어있고 중간에 Cross Beam이 있는 구조물에서는 연속성이 없어 시공이음부 발생. - 모서리 부위 및 hunch등구조물에 변화가 있을 시 작업에 어려움이 많이 있음.	- hunch, Cross beam 등 구조체의 변화에 적응성 양호하다. - 또 인위적으로 정밀시공 가능하다. - 시공 Joint는 인위적으로 정밀시공이 가능하다.	- Hunch, Cross beam등 구조체의 변화에 적응성 양호하다. - 또 인위적으로 정밀시공가능하다. - 시공 Joint는 인위적으로 정밀시공이 가능하다.
공기에 확실성	- 연속 작업으로 인한 공기단축 및 확실성 확보. - 계획공정에 차질없이 수행할 수 있다. - 해상구간에서는 운반체계에 문제가 있다.	- 1Lot씩 치기, 양생하여야 하므로 공기가 다소 소요된다. - 계획공정상 여유를 갖고 시행할 때에는 양호하다.	- 1Lot씩 치기, 양생하여야 하므로 공기가 다소 소요된다. - 계획공정상 여유를 갖고 시행할 때에는 양호하다.
수상부, 해상부에서의 작업조건	- A/G Truck, Barge선, 예인선, Pump Car 등을 24시간조합 운영이 어렵다.	- 주간작업이므로 작업여건이 어렵다해도 조합운영이 용이하다.	- 주간작업이므로 작업여건이 어렵다해도 조합운영이 용이하다.
안전관리	- 15~20명이 높은 곳에서 주야 3교대 작업인 바 안전관리 문제발생 우려됨. - 자주식 인상인 관계로 안전망, 차광망, 양생시설설치가 용이함. - 통신망 설치 운영. - 교각하부에 접근시설 확보 및 통제시설 용이함.	- 주간작업을 시행하므로 야간의 위험요소가 없음. - 거푸집 해체 인상조립시 특별한 안전시설 필요. - 매 거푸집 조립 해체시 교각 높이가 높아 대형 크레인 사용등에 의한 안전사고 위험.	- 주간작업을 시행하므로 야간의 위험요소가 없음. - 거푸집 해체 인상조립시 특별한 안전시설 필요. - 매 거푸집 조립 해체시 교각 높이가 높아 대형 크레인 사용에 의한 안전사고 위험.

** 현재 시공하고 있는 현장에서 비교 검토한 것이기 때문에 현장여건에 따라 차이점이 있을 수 있다.

- 6) 소수의 인원으로 시공할 수 있고
- 7) 콘크리트 표면 또는 품질관리를 철저히 기할 수 있다.

5.2 상부 콘크리트의 가설공법에 따른 거푸집 구분

가설공법의 선정은 가설위치와 지형, 교면밀 상태, 작업용지, 교면 위 부분의 장애물 상태, 기상 조건, 지역환경조건 등 종합적으로 검토하여 결정해야 한다. 그러므로 콘크리트 교량은 교량마다 모두 다르다는 사실을 인식하고 검토하여야 한다. 그리고, 특수한 조건으로 상호연관 되기 때문에 충분히 검토하여야 하며 또한 오랜 경험자의 의견을 받는 것도 공법결정에 실수가 없을 것이다.

가설공법 선정의 적합, 부적합은 공사비의 증

감, 안전성, 공기 단축 등에 크게 영향을 받는다. 따라서, 가설지점의 조건에서는 협소한 하천, 해상도로, 철도, 시가지 또는 평탄한 구릉지등과 교량지점의 윗부분이나 아래 부분의 장애물, 지반의 상태, 반입도로 등을 고려해야 한다.

가설공법을 분류하면 표 2와 같으며 표 3은 가설공법의 선정을 위한 흐름도이다.

6. 맺는말

상기 가설공법에 관한 기초적 전제는 가설공법 결정 요인(要因)에 있어서 기본적으로 고려할점은 시공의 확실성, 안전성, 경제성을 들 수가 있다. 시공의 확실성에는 가설공사가 그 목적을 만족해야 하며 이를 위해서 제반조건에 적합하는 공법을 선정하여야 한다. 또한 시공관리를 적절히

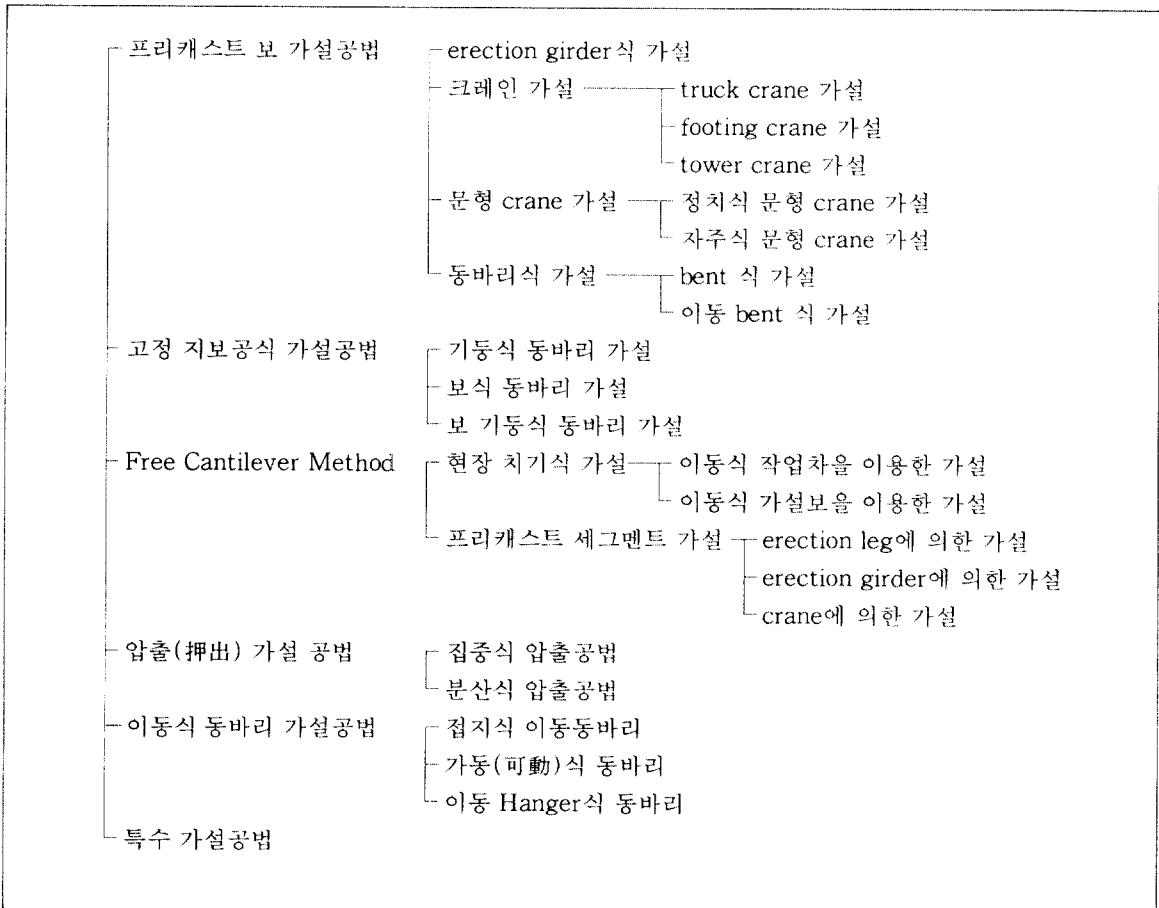
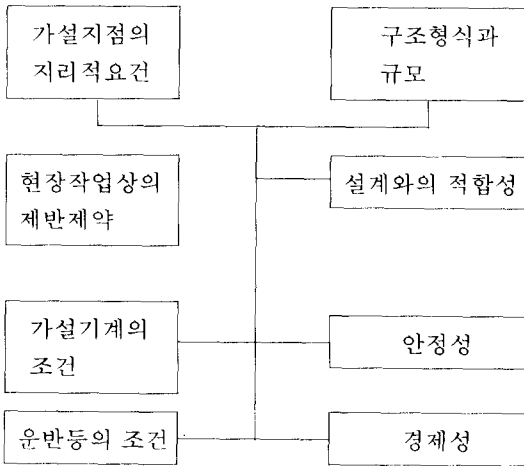


표 3 가설공법의 분류표

표 4 가설공법의 선정의 흐름도



하지 않으면 안된다.

안전성의 중요성은 더 한층 중요한 것이며, 경제성과 안전성있는 거푸집을 선정하고 시공중 관리를 철저히 하여 성공적인 현장운영이 되도록 기술자의 적극적인 노력을 경주하여야 한다. 최근의 거푸집, 동바리의 붕괴로 인한 인명 및 재산이 손실은 거푸집의 안전성을 부각시키는 것이다.

참 고 문 헌

1. 假說構造物의 設計：高田武雄著.
2. Manual of Concrete Practice 1988 ACI(347-78) Formwork.
3. 橋梁과 基礎：建設圖書. 