

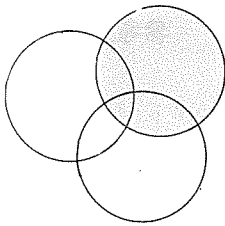
# 조립식 가설비계의 유럽 단일(EC) 규정

孫 基 詳

건설안전기술사

공학박사

한국산업안전공단 산업안전교육원 교수



본 논문은 필자가 방문연구를 수행한 바 있는 독일 베를린 공대 철골 연구소의 D. Bamm prof. Dr.가 가설비계부문 소위원장 이었던 관계로 제공되었던 자료 CEN/TC 53-WG2-NO 031(1991. 7현재)을 번역한 것이다.

가설공사의 일부에 불과함에도 구조계산과 실물실험을 통한 검증은 우리에게 시사하는 바 의의가 크다 하겠다.

— 필자 註 —

## 1. 서론

이 보고서는 수용할 수 있는 중요한 분석법인 첫번째 초안 TC53-WG2-022에 병합하기 위한 시도이다. 이것은 첫번째 초안을 최대한 구체화하고 있는데 단면의 번호체계 및 부호는 첫번째 초안에서 채택된 것과 같다.

그러나 모든 유형의 비계구조에 적용될 수 있는 일반적인 평가법을 서술하려고 하지는 않았다. 예를 들면 WG2에서 채택된 접근방법은 이것이 다른 그룹의 사람들에게 특별한 요구사항에 부합되도록 번안하여 유용하게 이용될 수도 있다고 본다.

Robert Hertle과 Gerhard Völkel은 Mike Godley로 부터 작성된 논문 91/13198(CEN/TC 53-WG2 초안)을 대체로 근거하여 본 보고서를 준비하였다.

## 2. 적용범위 및 분야

이 기준은 파사드(facade)에 사용되는 앵커조립식 비계에 적용된다. 이 기준은 규정준수 여부 확립을 위하여 산정과 실험에 의해 비계들이 평가방법을 특기하고 있다.

## 3. 기타 기준의 참고

다른 국제기준은 참고할 수 없기 때문에 국가별 부록을 참고한다.

## 4. 정의

조립식 비계, 가새부재(수평, 수직, 벽연결)

## 5. 일반 설계 방법

조립식 작업비계는 구조학적인 기타 금속구

조와 같은 방법으로 설계되어야 한다. 그러나 이러한 비계들은 대개 실제 구조물에서의 것들보다 연약하고 휘기쉬운 새로운(색다른) 연결 형태들을 채용하고 있다. 결과적으로 어떤 특별 규정이 만들어져야 한다. 통상 비계 시스템의 설계는 실험으로 보조되어야 한다.

비계 시스템 설계에는 3가지 중요단계들이 있다.

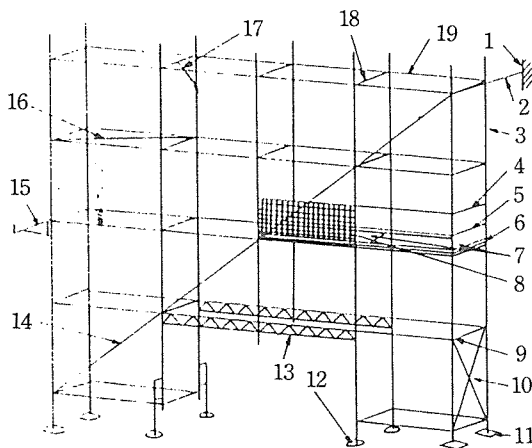
첫번째 일련의 구성요소가 전체 시스템 실험을 실행해야 한다. 구성요소 실험은 필수설계 변수들을 결정하기 위하여 시행되어야 한다. 특히 연결장치에 대해서는 세부실험은 유동성(looseness), 강성(stiffness)과 하중내력도를 판단하기

위하여 실행되어야 한다.

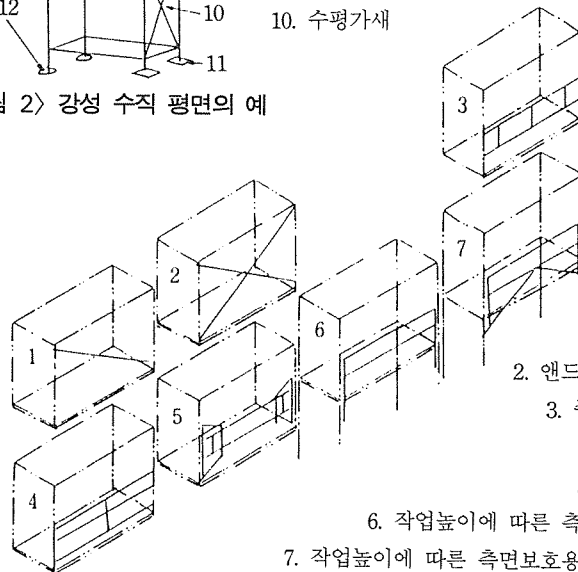
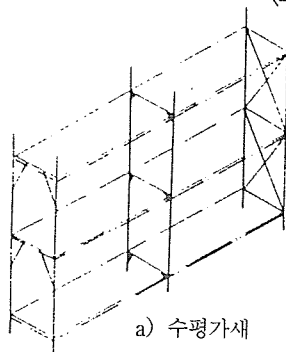
비계 시스템의 완전한 대표적 단면에 관한 전체 구조물 실험이 검증 목적으로 아니면 전반적인 설계변수들을 확립하기 위해 실행되어야 한다.

두번째 단계는 종국상태에서의 힘과 모멘트 분배를 판단하고 사용한계 상태의 변형을 산정하기 위하여 구조물 해석을 해야한다.

정적 산정은 비계 시스템의 모든 직·간접 하중 내력 요소들과 연결장치들에 대한 설계를 포함시키되 변위된 시스템의 변형과 가장 불리한 하중상황을 고려해야 한다. 비계시스템은 수직 및 수평방향과 모든 하중과 이들의 조합 하중에



〈그림 2〉 강성 수직 평면의 예



〈그림 1〉 해석용 기준 조립식 비계시스템

- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| 1. 앵커     | 11. 고정 베이스 플레이트 |
| 2. 수평연결부재 | 12. 조정 베이스 플레이트 |
| 3. 강판기둥   | 13. 교량형 수평보강대   |
| 4. 가드레일   | 14. 종축가새        |
| 5. 중간대    | 15. 작업용브라켓      |
| 6. 토투보드   | 16. 평면가새        |
| 7. 발판     | 17. 니이(knee)가새  |
| 8. 보호망구조  | 18. 가로 연결대      |
| 9. 접점     | 19. 가로대         |
| 10. 수평가새  |                 |

- |                             |
|-----------------------------|
| 1. 대각                       |
| 2. 앤드류(St. Andrew)대각        |
| 3. 중간 및 상단 난간대              |
| 4. 표준난간대 구조                 |
| 5. 세 부분 구성구조                |
| 6. 작업높이에 따른 측면 보호용 연결구조     |
| 7. 작업높이에 따른 측면보호용 가새보강 연결구조 |

대해 설계되어야 한다.

모든 경우에 있어 실험계획은 핵심요소와 가능한 파괴메카니즘이 확인될 수 있도록 의심나는 비계가 사용되는지 구조적 시스템에 관한 주의 깊은 연구를 하여 선행되어야 한다. 이 과정에서 실험조직과 산정엔지니어는 적절한 실험계획을 세우기 위하여 함께 작업해야 한다. 마지막으로 세번째는 중국상태에서 적합한 저항력이 있는지 그리고 사용환경 상태에서 허용 불가피한 변형들이 전개되지 않는지를 체크하기 위해 구조물의 각 부재들을 평가해야 한다.

변형된 시스템의 평형은 직접적으로는 2차 탄성해석법을 사용하는 것 혹은 간접적으로는 1차 해석을 사용하고 교차 효과에 대한 참작을 하는 것 등이 고려되어야 한다.

사용성과 작업용 비계의 안전성과 사용성들은 EURO CODE No. 3의 권장사항과 일치하는지 체크되어야 한다. 본 규정이 EURO CODE No.3 와 모순이 있는 경우를 제외하고는 이 규정이 우선 적용되어야 한다.

## 6. 실험

### 6.1 재료 실험

통상 실험들은 해당 재료들이 생산자의 건설 도면에 관한 정보들과 일치하는 요소들로 시행되어야 한다. 책임있는 실험소는 실험된 요소들 재료를 확인해야 한다. 특히 재료 실험들은 상황에 따라 파괴하중들의 보정을 할 수 있도록 파괴를 통제하는 요소들 그것들의 일부들에 대해서는 필수적이다.

통상 인장실험은 EN(유럽국가별) 규정에 따라 시행되어야 한다. 만약 요소들이 인장시험편을 허용치 못하면 경도시험이 EN에 따라 시행되어야 한다. 고려되는 요소들에 대한 재료 특성은 좀더 큰 파괴하중을 갖는 시험편으로 결정되어야 한다.

## 6.2 구성 요소 실험

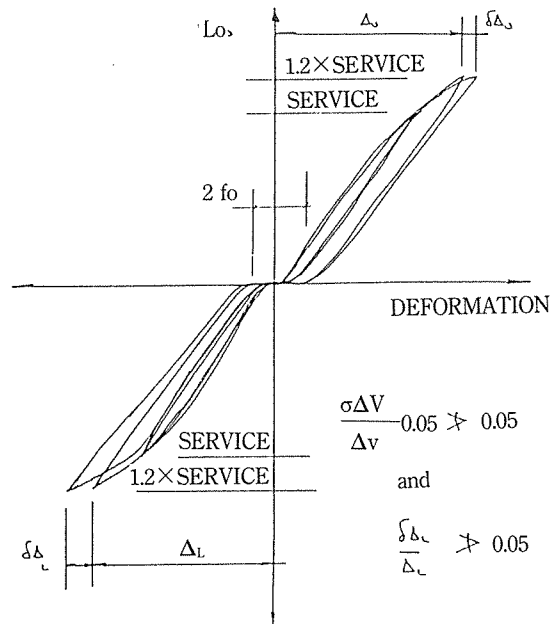
### 6.2.1 일반

구성요소실험은 확실한 적정기준에 따라 산정이 불가능한 경우 시행되어야 한다. 안전환쪽의 방향으로만 가정을 해나갈 경우 실험은 민감해 질 수 있다.

구성요소가 주 구조물의 일부일 때 내력(內力)들의 조합에 영향을 받으면 실험은 각 하중 유형에 따라 해야 되고, 설계기준으로는 선형 상호작용 공식이 사용되어야 한다.

### 6.2.2 실험절차

하중과 적절한 커짐이나 회전들은 계속해서 아니면 충분한 숫자의 점에서 변형커브를 완전히 정하기 위하여 재하 및 불재하(unloading)중에 기록될 수도 있다. 하중에 대응하는 주요변형의 진행프로트(plot)는 실험중에 유지되어야 한다. 재하율은 실험에 따라 적절히 조정될 수도 있으나, 파괴하중 X25%/min이상이어서는 안된다.



〈그림 3〉 히스테리시스 루우프

무사하게 하중 단계별 크기는 각 실험마다 적절히 조정될 수 있으나 파괴발생전까지 최소한 10단계는 되어야 한다.

### 6.2.3 실험횟수

구성 요소에 관한 각 실험은 최소 5회 실시하고 결과들은 규정에 맞게 통계 처리되어야 한다.

### 6.2.4 히스테리시스 루우프

실험에 따라서 주기적 실험을 시행하는 것이 필수적일 수 있다. 이 문제에 관한 결정은 엔지니어 책임이다.

하중 전도를 받는 사용 조건에서 증가되는 변형을 나타내는 구성요소의 경향이 체크되도록 그리고 유동성(looseness)이 측정될 수 있도록 히스테리시스 루우프를 발생하는 비계 구성 요소에는 주기적 실험을 해야한다.

실험은 정(positive) 방향에서 하중을 먼저 작용시키고 나서 부(-)방향에서 전도하중을 주는 것이 되어야 한다. 실험은 초기에는 사용 하중에서 실시되고 나서 다음에 1.2×사용하중에서 실시되어야 한다. 처짐이나 회전은 재하주기 중에 계속적으로 혹은 충분할 만큼 자주 기록되어야 하는데 변형 커브의 형상을 완전히 정하기 위함이다.

진행 프로트는 주요변형에 대응하는 하중으로 유지되어야 한다. 각 단계 마다에서는 재하는 최소한 3회 이상 반복되어야 한다.

용인하기 위해서는 접합부는 1.2×사용하중에서 연속적인 주기들 사이의 피크처짐(peak deflection)의 5% 이상 증가를 보여서는 안된다. 접합부가 이것을 얻지 못하면 접합부는 이 접합부가 갖는 좀더 낮은 사용하중으로 평가되어야 한다.

사용하중에서 접합부의 유동성은 7.3의 하중 변형 거동에서 해설된 방법으로 측정되어야 한다.

그림 3은 대표적인 실험 결과이고 필수적인

측정들을 나타내고 있다.

## 6.3 전반 실험(global test)

### 6.3.1 기계적 모델과 설계변수체크를 위한 실험들

이들 전체 실험은 실제 비계의 설계에 사용되는 기계적 모델과 변수들을 체크하기 위하여 기초 비계의 대표적 단면에 대하여 실시될 수도 있다. 실험 구조물은 실제 비계의 시공에 사용되는 구성요소와 같은 범위로 구성되어야 하고 기하학적 배열의 강관기둥, 가로연결재, 가로재(ledgers)와 가새부재들은 실제 비계에 사용되는 것들과 거의 일치해야 한다. 실험 구조물의 경계조건들은 실제 구조물에 이용되는 것들과 근접해야 하지만, 같을 필요는 없다.

그러나 이 조건들은 실험구조와 비교되는 해석 모델에 정확히 맞추어야 한다.

이론적 결과와 전반실험의 결과를 비교하기 전에 실험 구조물의 거동의 심각한 영향을 가질 수 있는 모든 구성요소의 구조적 특성들이 측정되어야 함은 물론 사용되는 재료의 기계적 특성도 측정되어야 한다.

실제 실험시행이 비교될 수 있는 이론적 거동을 예측하는 모델에 이들 측정치들이 사용되어야 한다.

산정과 실험으로부터 얻은 관련 하중-처짐 커브들은 다이어그램에 프로트되어야 한다.

### 6.3.2 좌굴거동 결정을 위한 전반 실험

복합적 구속점을 갖는 기둥의 좌굴 파괴하중을 결정하고 완전한 구조설계에 사용을 위한 적합한 좌굴 변수들을 유도하기 위하여 충분히 확장된 기초 비계의 단면으로 전반실험이 실시되어야 한다.

완성 구조물의 설계는 한 세트의 교차 평면 구조물로 간주되어 처리된다. EC No. 3의 상호 작용공식은 고려된 각 평면의 좌굴거동지식을 필요로 한다. 어떤 실험이든 1개 모우드 좌굴

만을 조사토록 설계되어야 한다. 구속점 배열을 잘하여 계획된 모우드가 발생되도록 설계되어야 한다.

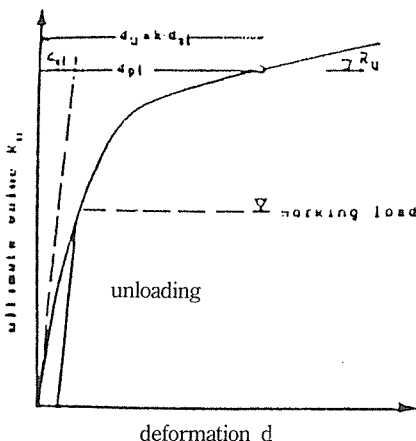
실험구조물은 기본 비례에서 사용되는 것과 같은 구성요소들로 구성되어야 한다. 실험구조물은 그러나 선택좌굴모우드에 대한 최저 가능 파괴하중을 일관성 있게 갖도록 가장 약한 배치로 구성되어야 한다. 실제로 이것은 다음을 의미한다.

- 베이스 잭은 완전히 확장되어야 하고 베이스에서 모든 축방향으로 핀접합이어야 한다.

- 정면에 고정하는 벽이음은 제작자 시방에 따른 가장 불리한 형태를 상정하고 핀접합이어야 한다.

실험에서 구한 종국강도  $R_u$ 의 평가 방법은 그림 4(종국강도  $R_u$ 의 정의)를 이용하여 설명되고 있는데 이 그림은 하나의 연결부에 대한 표준적인 하중-변형 커브를 제시하고 있다. 실험중에 구성요소는 불재하(Unloading) 경로가 구획되고 그 경사가 측정되도록 하중이 사용하중(service=Working load)에 도달하면 재하시켜야 한다. 이것이 일단 진행허용되면 재하는 시작되어 파괴가 생길 때까지 계속된다.

$R_u$ 에 대한 값을 얻기 위하여 유동성이 취해진



〈그림 4〉 종국강도  $R_u$ 의 정의

후, 재하 커브의 시작점에서 하나의 선이 그려지는데, 이 선은 불재하 커브와 같은 경사를 갖는다. 이 선은 그림 4의 파선이고 구성요소의 자연탄성변형을 나타낸다.

종국하중  $R_u$ 는 총변형  $d_u$ 가 다음과 같이 주어지는 하중이다.

$$d_u = K \cdot d_{el} \text{ 그리고 } \leq d_{max}$$

단,  $K=6$  또는  $d_{max}/d_{el}$ 중 작은 값

$d_{max}$ =최대 측정 변형

그림 5는 대표적인 하중 변형 커브의 예들이다. 부적절 연성을 갖는 커브들은  $K$ 값이 낮은 값이기 때문이다.

이런 방식으로 구해진  $R_u$ 값은 재료상수의 변화를 고려하여 조정되어야 하며

$$R_u' = R_u / \phi$$

단  $\phi = f_y, act/f_y, nom$ ,  $k=0$ 일 경우  $\phi = f_t, act/f_t, nom$

명목상 기계적 특성은 관련 기준으로부터 채택할 수 있다. 즉 EN 10025강재 그리고 최소상수들이 보증될 수 있다.

## 7. 실험결과 해석 및 평가

### 7.1 기본 부호

C : 스프링 강성

$d_{el}$  : 명목탄성 변형

$d_{pl}$  : 소성 변형

$d_u$  : 총변형(탄성 및 소성)

$d_o$  : 스프링의 유동성

$f_y$  : 항복강도

$f_y, act$  : 실제 항복 강도

$f_y, nom$  : 명목 항복 강도

$f_t$  : 인장 강도

$f_t, act$  : 실제 인장강도

$f_t, nom$  : 명목 인장강도

$R_u$  : 종국 저항력

Ru' : 감소 종국 저항력  
 Ru', 10 : 저항특성값  
 (감소 종국값의 10% 파괴값)  
 $\gamma_F$  : 하중의 부분 안전율  
 $\gamma_M$  : 저항의 부분안전율  
 $\gamma_{M, total}$  : 총 저항 부분 안전율  
 ( $\gamma_{M, total} = \gamma_M \cdot \gamma_{M, 2}$ )  
 $\gamma_{M, 2}$  : 추가 저항 부분안전율  
 $Q_{ki}$  : 이상적 좌굴응력[N/mm<sup>2</sup>/N=9.8kg]

## 7. 2 하중지지력

### 7.2.1 일반

저항 특성값의 결정에는 실험에서 관찰된 값은 실험재료의 실제 기계적 특성과 제조업자에 의해 보증된 최소기계적 특성값 사이의 차이를 고려하여 조정해야 한다. 특성값들이 각 실험요소들에 대해 제시되어 있지 않을 경우, 동일 실험그룹에 사용된 실험재료에 대한 평균기계적 특성을 이용하여 조정될 수도 있다.

저항 특성값들은 통계방법에 의해 조정관찰값들로부터 유도되어야 한다. 논리적인 통상분포는 특성값이 75% 확정값에 대해 5% 미소량으로 취하는 것으로 보아야 한다.

### 7.2.2 금속재의 재료 파괴

이 절에서는 종국값 하중지지력 Ru(시험중인

구성요소의 연성\*과는 종속적인)을 구하는데 사용되는 방법을 해석하고 있다. 일반적으로 낮은 연성을 나타내거나, 연성이 있지만 아주 비선형적인 구성 요소에 대해서는, 종국강도는 관찰된 값 중 최대값보다 낮게 된다. 연성(ductility)을 갖고 선형적으로 거동하는 구성요소에 대해서는 종국강도는 최대 관찰값으로 채택될 수 있다.

실험에서 구한 종국강도 Ru의 평가방법은 그림 4 종국강도의 정리를 이용하여 설명되고 있는데 이 그림은 하나의 연결부에 대한 표준 하중 변형 커브를 제시하고 있다. 실험중에 구성요소는 불재하(unloading)경우가 구획되고 그 경사가 측정되도록 하중이 사용하중(service=working load)에 도달하면 불재하시켜야 한다. 이것이 일단 진행되면, 재하는 시작되어 파괴가 생길 때까지 계속된다.

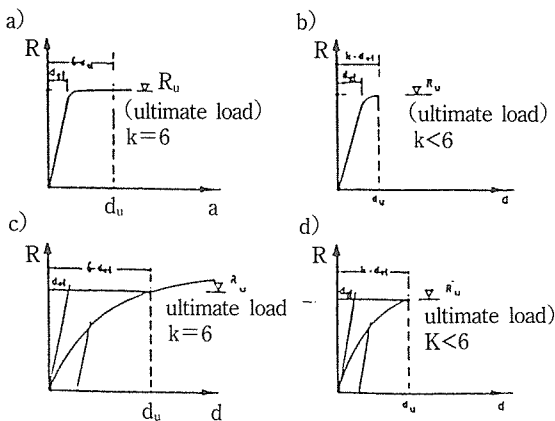
Ru에 대한 값을 얻기 위하여 유동성이 취해진 후, 재하커브의 시작점에서 하나의 선이 그려지는데, 이선은 불재하 커브와 같은 경사를 갖는다. 1선은 그림 4 종국하중정의의 파선이고 구성요소의 자연탄성변형을 나타낸다.

종국하중 Ru는 총변형 du가 다음과 같이 주어지는 하중이다.

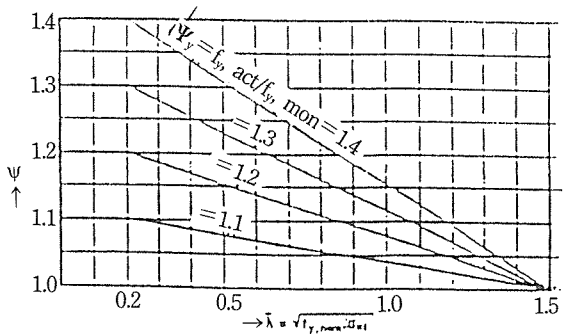
$$du = K \cdot \delta_{el} \text{ 그리고 } \leq d_{max}$$

단, K=6 또는 dmax/del중 작은 값

dmax=최대 측정 변형



〈그림 5〉 하중-변형커브와 종국값 Ru의 결정



〈그림 6〉 불안정 파괴(좌굴)에 대한 감소계수  $\phi$

그림 5 하중-변형 커브는 대표적인 하중-변형 커브의 예들이다.

부적절 연성을 갖는 커브들은 K값이 낮은 값이기 때문에 생긴다.

이런 방식으로 구해진 Ru값은 재료상수의 변화를 고려하여 조정되어야 하며

$$Ru' = Ru/\phi$$

단,  $\phi = f_{act}/f_{nom}$ ,  $K=0$ 일 경우  $\phi = f_{act}/f_{nom}$

명목상 기계적 특성은 관련기준으로부터 채택할 수 있다. 즉, 유럽단일규정 EN 10025 강재와 최소 상수들이 확증될 수 있다.

7.2.1에서 정의된 통계적 평가는 감소 종국값 Ru'로부터 저항 특성값 Ru's를 제시하고 있다.

일반 부분 안전율  $\gamma^l_m$ 에 부가하여, 교차율  $\gamma^l_{m2}$ 는 평균비율값에 따라 적용된다.

$$\gamma^l_{m2} = 1 + 0.12(6 - K)$$

$$\gamma^l_{m, total} = \gamma^l_m \cdot \gamma^l_{m2}$$

대소성 변형을 갖는 하중 변형 커브에 대하여

$$K=6, \gamma^l_{m2}=1, \gamma^l_{m, total}=1.0 \cdot \gamma^l_m$$

소성변형이 없는 하중 변형 커브에 대하여

$$K=1, \gamma^l_{m2}=1.6, \gamma^l_{m, total}=1.6 \cdot \gamma^l_m$$

전 범위의 하중-변형 커브들에 대하여 6·del보다 큰 변형을 갖는 연결장치는 허용되지 않는다.

### 7.2.3 금속재의 불안정 파괴

압축이나 휨하중을 받는 중의 요소의 변형은 재료변형 때문만이 아니라 전반적인 기하학적 배치상의 실질변화 때문에 아주 빨리 증가된다면 불안정파괴(좌굴)가 나타난다. 그러한 경우에 항복응력의 변화영향은 적어지지만 여전히 중요하다. 재료감소를 대신에(7.2.2에서 정의된) 좌굴감소를  $\phi$ 이 그림 7 하중-변형 커브와 선형화에 관련하여 정의된다.

그림 6의 불안정파괴(좌굴) 감소계수  $\phi$ 의 임계응력  $\sigma_{ki}$ 는 탄성론을 이용하여 관련 좌굴 경

우에 대해 결정되어야 한다.

길이 L인 편집합 지주에 대하여

$$\sigma_{ki} = \pi^2 EI / L^2 A$$

감소 종국값은 통계적으로 평가하여 Ru's를 구한다 단, 부분안전율  $\gamma^l_{m2}=1$

### 7.3 하중-변형 거동

비선형인 하중-변형 특성은 그림 5에 예시된 바와 같이 유동성  $f_0$  그리고 선형강성 C를 갖는 쌍일차(bilinear)커브로 대치될 수도 있다. C,  $f_0$  값은 통계적으로 평가되고 평균은 10% fractile 이고 90% fractile값은 확신한계 75%에 대해서 결정되어야 한다.

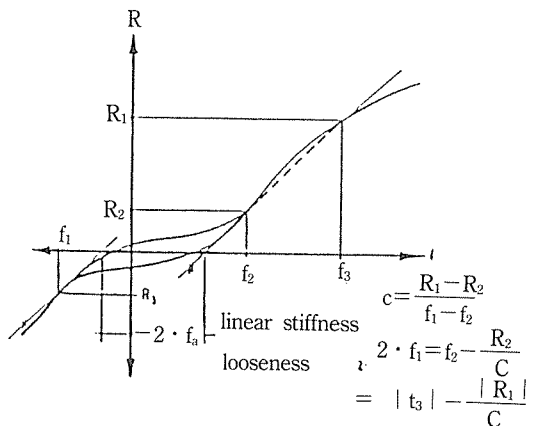
(+) 방향, (-) 방향 각각 상이한 강성  $C_p$ 와  $C_u$ 일 때, 총유동성  $2 \cdot f_0$ 는 다음과 같이 분리될 수 있다.

$$f_p = C_u / (C_p + C_u) \cdot 2f_0 \quad \text{그리고} \quad f_u = C_p / (C_p + C_u) \cdot 2f_0$$

## 8. 평가

### 8.1 일반

사용 및 작업 비계의 안정과 사용성은 주어져야 하고 구조 공학적 관련기준은 가능한 다음과 상이하지 않도록 한다.



〈그림 7〉 하중-변형커브와 선형해석

중국 한계 상태의 평가는 변형 Sd가 저항 변형 Rd를 초과치 않도록 증명해야 한다.

$$Sd/Rd \leq 1$$

힘과 모멘트 산정은 탄성법 해석만이 사용되는 비계·시스템의 경우에 Eurocode 3, 절 5.2에 맞게 실행되어야 한다. 평행상태의 불균형 영향이 고려되어야 한다. 이것은 2차순법이나 EC3절 5.2.6(1) 규정을 채택하여 얻을 수 있는데, 이 규정은 수평처짐 모드 좌굴 길이와 조합되어 1차순 해석법 이용이 가능하다.

좌굴 길이와 부재 불완전성을 고려한 EC3의 표 5·5의 감소율은 좌굴해석으로부터 아니면 절 5.2.2에 나오는 규정에 따라 시행된 1:1 실험으로부터 2차순 해석으로 산정될 수도 있다. 대안으로 EC3의 부록 E는 약산법이지만 유효 길이에 관한 보존력 있는 값을 준다.

저항은 응력설계값으로 산정되어야 한다.

하중의 설계값은 절 8에 정의된 부분 안전을  $\gamma^f$ 를 갖는 하중의 특성값을 곱하여 계산한다.

저항력 Rd의 설계값은 8절에 정의된 부분 안전을  $\gamma^m$ 으로 저항특성값을 나누어 계산한다.

설계는 정면의 하중경로를 확인해야 하거나

논리적 프로세스에 의해 기초까지 확인해야 한다. 그리고 모든 부재와 구성 요소들은 중국한 계상태에서 그러한 하중을 지탱할 수 있는 것을 보여야 한다.

## 8.2 해석 모델

해석모델은 HD 1000의 제2절의 규정에 맞아야 하는데 이 규정은 비계의 기본 위치를 규정하고 있다.

돌출 브라켓과 기타 추가 장비와 관련한 재하는 기초비계에 포함되어야 한다. 비계 제작업자가 승인받고자 하는 비계의 등급에 관한 규정을 준수하는 것을 필수적으로 고려하는 청면에 대한 이음 또는 위치, 빈도수 그리고 수평, 수직 부재의 배열, 그리고 가새부재의 처리 및 빈도수 등을 특기하는 것은 제작업자의 책임이다. 제작업자는 특별한 등급의 평가에 대해 선택하는 배치(configuration)는 승인받고자 하는 배치 세트(Set of configuration)의 가장 약한 배치이도록 해야 한다.

비계 평가에 다른 조건이 더 필요치 않다면, 베이스 자키는 이 베이스 자키와 비계 기둥 사이의 연결 크리어런스에 일관된 각  $\phi$ 에 수직으로 기울고 확장된 것으로 채택하여야 한다(방정식 8.2절 그림 8 참조)

HD 1000에 특기된 연직하중에 대한 설계는 물론, 수평부재와 비계기둥 사이의 접합점에서의 유동성은 구조물의 가새시스템과 마음 위치와 일관적인 구조물의 가장 불리한 사전처짐 배열의 채택이 허용되어야 한다.

$$\tan\phi = (D_i - d_o, b) / \ell$$

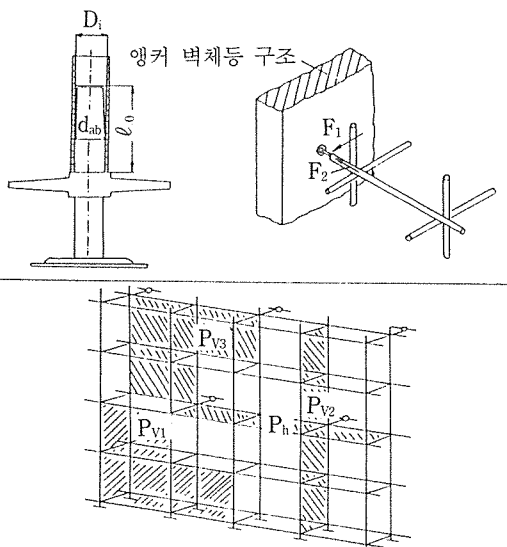
부호

$D_i$ : 직관의 공칭내경

$d_o, b$ : 베이스 자키의 공칭 외경

$\ell$ : 겹침길이

이것이 시공상 보증만 된다면 비교적 작은 값이 사용될 수도 있다.



〈그림 8〉 소요 앵커수량 산정



그림 8은 전형적인 비계 배열을 도시하고 있다. 이 공간 시스템은 3개의 분리 평면 시스템으로 처리될 수도 있는데, 이들 평면 구조물들의 처리시에 분리시스템사이의 상호작용이 정확히 모델된다면 독립적으로 체크된다. 그리고 조사중면외 구성요소의 구속 또는 불안정 영향은 고려되어야 한다. 특히 각 구조물이 하나의 면내에 있을지라도 면외 좌굴은 항상, 면외구성 요소에 의해 발생된 하중의 영향과 함께 고려될 수 있다.

### 8.3 경계조건

구조물의 베이스에서 베이스 자키들은 정면 이음과 정면사이의 연결로서 핀접합으로 되어야 한다. 부가적으로 이음들은 정면에 평행 그리고 수직인 힘들만 전달할 수 있다(그림 8). 기초비계의 일부만이 해석된다면, 부분시스템과 전체 시스템 사이의 접합부에서 경계조건은 보수적 방법으로 모델되어야 한다.

### 8.4 비계기둥의 연결

비계기둥의 연결은 꺾히는 부분이 영구히 비계기둥에 고정되면 그리고 스피곳(spigot)의 중첩길이가 최소한 150mm이상이면 강접합으로 가정될 수 있다. 스피곳은 접합점에서 설계 휨 모멘트에 대해 평가되어야 한다. 가새 시스템에서 생긴 인장력을 받는 비계 상단부의 스피곳에는 특별주의를 해야 하는데, 이 인장력들은 구조물의 자중에 의한 압축력보다 높다. 이 경우에 대한 적절한 규정이 접합점에 불안정이 생기지 않도록 특별주의를 해야 된다.

스피곳(spigot)이 EN74에 일치하여 설계된다면, 접합점은 완전한 힌지인 것으로 가정된다.

### 8.5 노우드 점(node point)

노우드 점의 실제 하중-변형 특성이 해석모델에 대입되어야 한다. 부재 내부력의 상호작용

들이 고려되어야 한다. 필수적인 변수들은 규정에 따른 상세 실험으로 결정되어야 한다.

대각 연결의 강성은 적절한 경우에만 관찰되어야 한다.

연결핀(coupler)에 대한 필수 데이터는 'HD 10XY'에서 채택될 수 있다.

### 8.6 베이스 자키

베이스 자키의 휨, 수직 및 전단 강성은 HD 10XY에 따라 산정될 수 있다. 중복 영역(그림 6)의 휨에서 생긴 구성요소의 변형은 고려되어야 한다.

### 8.7 하중

#### 8.7.1 일반

기초비계와 그 구성요소들이 설계되는 하중은 다음과 같다.

- (a) 자중
- (b) 발판에 실리는 사용하중
- (c) 정면에 수직 또는 평행인 풍하중
- (d) 시공중 부정확성에 따른 하중

자중을 제외한 각 재하 범주의 특성 값은 HD 1000 제 5절에 정의되어 있고, 추가적으로 두 개의 하중 조합들이 HD 1000에 정의되어 있는데, 기초비계가 설계되어야 하는 경우로서

- (1) 최대 풍 조건
- (2) 허용 풍 조건

기초비계의 전반적 거동과 그 구성요소 부분들의 거동 두 가지가 설계시에 고려되어야 한다.

비계의 조립 및 해체시 마다의 상황이 상기 안전조건을 만족시키는지를 평가시에 증명해야 한다.

#### 8.7.2 하중의 부분안전율

##### 8.7.2.1

다음의 부분 안전율은 중국 한계 상태에 사용되어야 한다.

- (i) 영구하중일 경우(자중)

$$\gamma^l_i = 1.35$$

(ii) 변화 하중일 경우(충격하중, 풍하중)

$$\gamma^l_i = 1.50$$

(iii) 최대하중과 허용하중의 하중조합의 경우  
(HD 1000에 특기된)

$\gamma^l_i = 1.50$  2개의 하중조합의 모든 구성요소에  
대해서

#### 8.7.2.2 사용 한계 상태

한계상태에서 사용한계 상태 부분안전율  $\gamma^l_i = 1.0$ 텍크의 처짐은 HD 1000의 절 5. 2. 7에 특기된 한계 이내이어야 하고 난간대의 한계는 HD 1000 제 5.4절에 특기된 한계치수를 초과해서는 안된다.

### 8.8 저항력

#### 8.8.1 재료 상수

항복강도  $f_y$ 와 종국 인장강도  $f_u$ 의 특성값은 제조자에 의해 특기된 강재등급에 맞는 EN 10 025의 공칭 값으로 채택될 수 있다.

#### 8.8.2 연결장치

연결장치에 대한 특성값은 본건의 제5.3절에 해설된 절차에 맞게 실험하여 구해야 한다.

#### 8.8.3 베이스 자키

베이스 자키의 저항력 특성 값은 HD 100XY에 따라 산정될 수 있다.

EN 74에 따른 연결핀에 대해서 미끄럼 하중 (Slip load), 휨모멘트, 비틀림모멘트 그리고 튜브 축에 수직으로 작용하는 힘 등은 HD 10XY에 제시되어 있다.

#### 8.8.4 횡단면 내력

횡단면의 내력은 EC3의 제 5.4절의 권장사항을 이용해서 결정되어야 한다.

#### 8.8.5 부재의 좌굴내력

부재의 좌굴내력은 EC3의 제5.5절의 권장사항을 이용하여 결정하여야 한다.

#### 8.8.6 연결장치들의 내력

하중 조합에 따른 연결장치들의 내력을 결정하기 위하여, 선형, 상호작용 공식은 다음과 같이 사용될 수 있다.

$$S_1/R_1 + S_2/R_2 + S_3/R_3 + \dots \leq 1.0$$

단,  $S_1, S_2, S_3, \dots$  = 종국 한계상태의 하중

$R_1, R_2, R_3, \dots$  = 연결핀의 상응내력

#### 8.8.7 재료 상수의 부분 안전율

관련강재의 재료 상수와 철구조물과 그 구성 요소들의 내력에 관한 특성 값은 부분안전율  $\gamma^l_m$ 에 따라야 한다.

$$\text{단, } \gamma^l_m = 1.10$$

과다 재료나 구성 요소들에 대해서, 부분 안전율  $\gamma^l_m$ 은 관련 기준으로부터 채택되어야 한다.

