

# 건축구조 설계에서의 CAD이용

조 철 호\*

## 1. 서론

건축분야에 있어서 컴퓨터 이용은 구조 해석, 도면작성, 적산, 시공관리등을 들 수 있다.

구조해석 분야에는 강성 매트릭스법 (Stiffness Matrix Method) 과 유한요소법 (Finite Element Method) 을 이용한 범구조해석용 소프트웨어 패키지로서 SAP, NASTRAN, STRESS, ETABS, COMOS등이 개발되어 널리 보급 이용되고 있다

도면작성분야는 외국의 경우 1980년대에 CAD (Computer Aided Design) 시스템의 활용이 활발하여, ACROPOLTS, GDS, BDS, CADAM, MEDUSA 등과 같은 여러개의 실용적인 소프트웨어가 이미 보급되어 활용되고 있다.

구조해석, 도면작성 및 적산에 많은 시간과 노력이 소요되고, 도면검토에도 정확성을 기해야 하므로 생산성을 높이는 관점에서 건축설계를 위한 CAD시스템에 대한 관심은 날로 증가하고 있다.

현재까지 대부분의 CAD시스템의 활용은, 구조계산은 별도의 컴퓨터를 활용하고, 그 결과를 건축설계에 이용하고 있다. 철근콘크리트조의 배근도면 작성을 위하여는 ARC사의 RCDA등의 소프트웨어가 개발되어 있으나 구조계산결과인 철근 위치등을 다시 입력하여 CAD시스템을 활용해야만 한다.

이렇게 외국의 소프트웨어는 구조계산이나 도면작성에 따른 별개의 자료를 입력해야 하는 특정 목적만을 수행하는 경우가 대부분이고, 구조해석에서 도면작성 및 적산에 이르는 일괄작업이 가능한 시스템은 아주 부족한 실정이다.

효과적인 철근콘크리트조 골조의 CAD시스템 활용방안은 구조해석 및 단면산정을 위하여 입력한 자료를 공통자료 (common data base) 로 구축하여 배근도면작성과 골조적산이 가능하도록 하는 것이다.

최근 컴퓨터 Graphics CRT와 A0크기의 도면작성이 가능한 플롯터가 등장하고, 컴퓨터의 용량도 0.5~2메가바이트 주기억장치에 10~140메가바이트의 보조기억장치가 부착될 수 있고, 연산속도도 빠르게 개선되어, 앞으로 건축분야의 CAD시스템의 활용은 더욱 활발하게 될 전망이다. 실무에서의 효과적인 CAD활용은 경제성을 고려한 구조설계가 가능하도록 하는 방법이라 본다.

건축분야에서 CAD시스템은 궁극적으로 구조해석과 구조도면작성, 건축설계도작성, 설비설계도작성, 적산건적업무가 일련의 작업으로 수행되는 종합시스템이 되어야 한다.

그러나 종합시스템의 개발이용에는 상당한 시간과 노력을 요하므로, 국내에서는 현재 철근콘크리트조 건물을 설계를 하는데 구조해석 및 단면산정 프로그램에 바로 현장에서 쓸 수 있는 골조도면작성 프로그램을 연결하여 실용화한바 있다.

\* 정희원, 건국대학교 부교수, 공박

## 2. 철근콘크리트조 CAD시스템 구성

철근콘크리트조 CAD시스템 (RCST-CAD : Reinforced Concrete Structure Computer Aided Design System)은 구조계산, 골조작성, 골조도면작성을 포함하는 시스템으로 구조설계만을 선택할 수도 있고 구조해석의 결과인 모멘트, 전단력, 축방향력, 질점 부재명등을 프롯팅할 수도 있다.

이러한 전체 시스템의 구성은 그림 1과 같으며, 입력자료는 오류를 범하지 않도록 최소화하여 컴퓨터 프로그램내에서 필요한 자료를 자동으로 만들어 공통자료(common data base)로 활용할 수 있게 하였다.

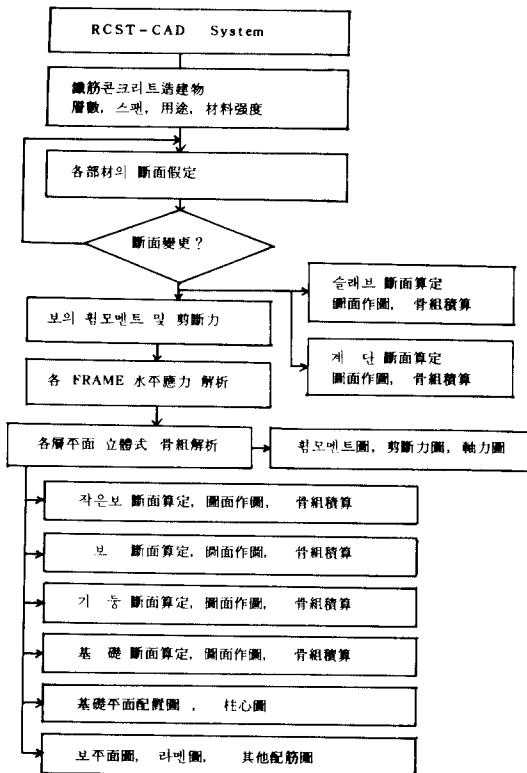


그림 1. 철근 콘크리트조 CAD시스템의 구성

## 3. 건축구조 계획에서 CAD 이용

건축 계획에서 CAD시스템을 이용하여 평면

계획이 확정되면 건축구조계획을 할 수 있는 단계가 된다.

설계하중, 콘크리트 설계기준 강도, 철근의 강도가 결정되면 구조계산을 하기 이전에 기둥 간격을 정함에 따라 슬래브, 보, 기둥, 기초의 단면을 실용식을 이용하여 결정할 수 있게 된다.

그림 1에서 보는 바와 같이, 대상 건물의 층수, 스펠, 용도에 따른 설계하중과 재료의 강도를 정해 주면, 층고와 천정고의 제한등의 조건범위내에서 보와 기둥의 1차 단면 가정이 이루어진다.

CRT를 통하여 단면을 확인하여 만족하면 다음 단계인 구조해석을 진행하고 만족하지 못한 단면에 대하여는 변경을 한 후 다음 단계로 진행시키면 된다.

## 4. 건축 구조 계산에서 CAD 이용

1980년대 들어오면서 개인용 컴퓨터(Personal Computer)가 많이 보급되면서 구조계산도 P.C.를 이용하여 많이 행하고 있다. 일반적인 관념으로는 컴퓨터에 대한 계산이 종래 수계산보다 정확할 것으로 인식하고 있으나 컴퓨터를 이용하고도 잘못된 입력자료로 인하여 전체구조계산을 못쓰게 되는 경우가 자주 있다. 따라서 구조계산의 입력자료를 검토하는 작업을 3차원으로 표현할 수 있는 CAD시스템을 활용하면 시각적으로 쉽게 틀린 부분을 발견할 수 있게 될 것이다.

구조계산 이전에 입력하게 될 자료와 계산과정에서 CAD시스템으로 검토할 내용은 다음과 같다.

- 1) 부재의 가정단면
- 2) 슬래브에 작용하는 각 층별 고정하중과 적재하중
- 3) 보에 작용하는 하중과 하중의 작용면적
- 4) 보의 휨모멘트와 전단력 계산 후 가정단면
- 5) 기둥에 작용할 축방향력을 기둥에 걸린 보의 전단력으로 합산한 후 시각적으로 나타난 가정 기둥단면
- 6) 단선 프레임도에서 각 부재(보와 기둥)의 절

점연결상태

- 7) 풍하중, 지진하중에 의한 수평력이 작용하는 위치와 크기
- 8) 지정 프레임(동일 프레임)의 건물 전체에서의 위치
- 9) 축력과 허용지내력도에 따른 기초 크기
- 10) 기타 구조계산 입력자료

입력자료가 정확하게 준비된 후에는 전체 프레임에 대하여 구조계산을 하여 다음과 같은 결과를 CAD시스템으로 도식화하는 것이 시각적인 판단과 검토를 위하여 좋다.

- 1) 각 프레임에서 부재의 휨모멘트도와 전단력도
- 2) 기둥의 축력
- 3) 보의 단면 산정결과
- 4) 기둥의 단면산정 결과
- 5) 기초의 단면산정 결과
- 6) 기타 부재의 단면산정 결과

각 부재의 단면산정에서 단면의 크기에 무리가 있을 경우에는 단면을 변경하여 재구조계산을 할 필요가 있다. 이 부분에서 구조계산서로서 시각적인 판단이 될 수 있는 모든 부분을 도면화하는 것이 좋다.

## 5. 건축구조 도면작도에서 CAD 이용

### 5.1 입력자료

골조도면 작성을 위한 입력자료는 실용적으로 구조해석 및 단면산정 프로그램에서 이미 만들어진 자료를 최대한 이용하고, 이외 추가 되는 입력자료만을 정확하게 입력시키는 방법이 좋다.

#### (1) 구조해석 프로그램에서 얻을 수 있는 자료

건축기본설계에서 정해진 건물의 스패, 층고, 슬래브, 보, 기둥, 기초의 가정단면은 보조 기억장치인 하드 디스크에 수록했다가 사용할 수 있다.

골조도면 작성을 위해서는 구조해석결과로 나온 단면 및 배근을 그대로 사용하면 단면 수가 많아지기 때문에, 워크스테이션 스크린을 이용

하여 재정리하는 것이 필요하다.

### (2) 추가될 입력자료

단면의 치수외에 중심도를 위한 기둥의 중심 위치, 보의 중심위치등은 추가로 작성하여 입력시켜야할 자료가 된다.

## 5.2 골조도면 작성

입력자료가 모두 얻어지면 현장에서 바로 쓸 수 있는 골조도면 작성이 가능해진다. 그러나 입력자료에만 의하면 미처 생각하지 못했던 오류가 발생할 수 있으므로 플로터로 도면을 작성하기 전에 워크스테이션의 스크린에서 오류를 수정한 후에 플로팅하는 것이 좋다.

### (1) 기초 평면도 작성

구조해석 및 단면산정 프로그램에서 해석 후에 얻어진 기초 목록과 기둥중심 위치에 의하여, 이미 정해진 축척에 의하여 작도하게 된다.

### (2) 중심도 및 보 배치 평면도 작성

보, 기둥의 단면 크기와 중심 위치의 입력자료에 의하여 플로팅할 뿐 아니라 축척을 확대할 수도 있다. 각 층에 따라 기둥 크기가 다르게 되는 경우는 중심도로 모두 나타내어 시공에서 기둥 위치를 정하는데 도움을 줄 수 있다.

### (3) 부재 리스트

구조해석 및 단면 산정에서 결정된 철근 배근이 나타난 슬래브, 보, 기초의 리스트를 일정한 축척에 의하여 작도한다.

### (4) 철근 배근도

구조도에서 흔히 라멘도라고 하는 것으로 보의 철근 배근상태와 이음 및 정착길이, 스테럽의 간격등을 나타내고, 기둥의 주근과 후우프의 위치를 골조도면 작성 프로그램내에서 작도하게 한다. 비슷한 프레임은 제외하고, 서로 다른 프레임에 대하여 도면화하여 골조적산과 현장에서 시공하는데 필요한 도면으로 활용할 수 있게 한다.

**(5)슬래브, 계단 배근도**

슬래브의 상부근, 밴트근, 하부근과 배근간격을 나타내어 배근이 다른 슬래브만을 도면화하게 한다.

계단의 배근상태를 콘크리트 단면과 함께 도면화한다.

**(6)기타 배근도**

기타 잡배근에 관한 사항을 작도한다. 골조공사비 적산이나 공사 현장에서 필요한 모든 골조도면이 빠짐없이 작도되도록 하며, 컴퓨터 내용이 불가능한 사항은 수작업으로 작도해야 할 것이다.

골조도면 작성에 이용된 모든 자료는 테이프나 디스크에 보관하여 설계변경에 대비하는 것이 바람직하다.

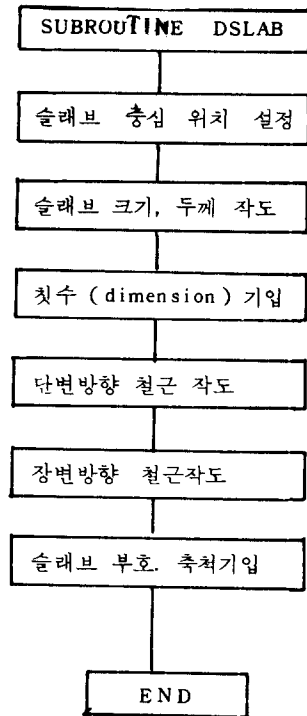


그림 2. 슬래브 골조도면작도 흐름도

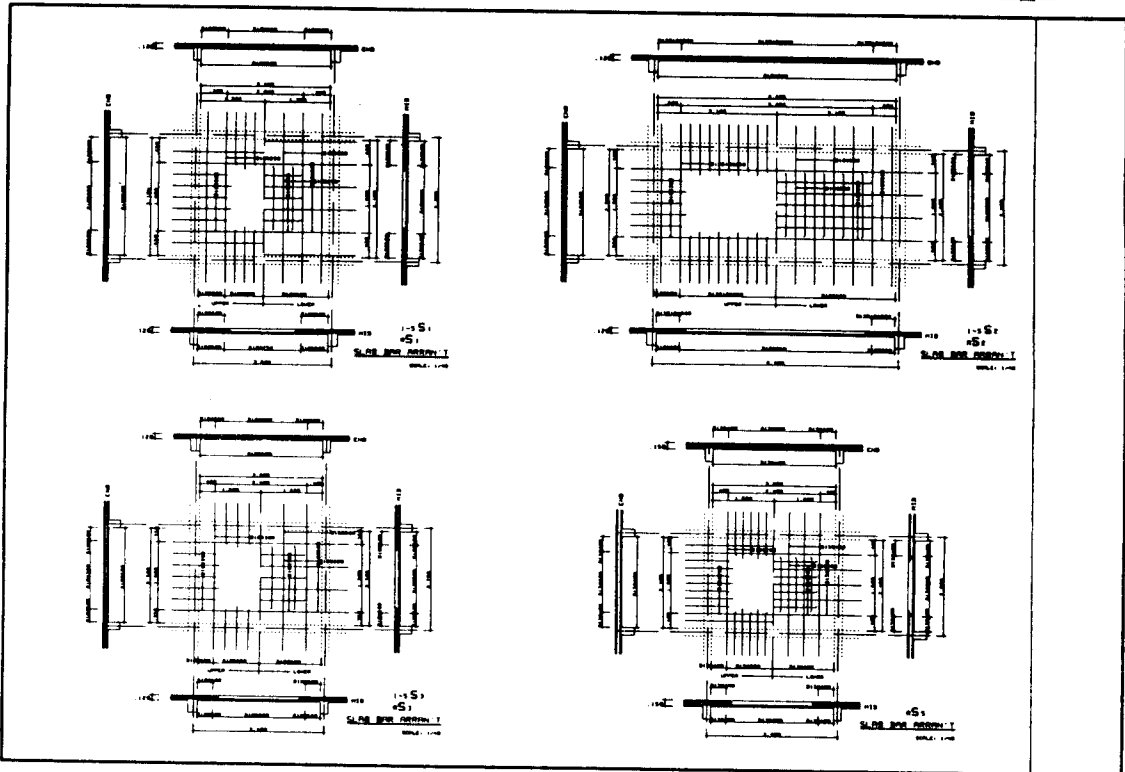


그림 3. CAD시스템에 의한 슬래브 골조도면 예

### 5. 3 슬래브 골조도면

슬래브의 단면산정에서 얻은 철근 배근 간격에 의해 철근 배근 본수를 얻을 수 있다. 이 배근 본수에 의해 각 철근의 배근위치를 정해 줌으로 골조도면 작성이 가능하다. 슬래브 골조도면작성 흐름도(Flow Chart)는 그림 2와 같으며, 골조도면작성에는 그림 3과 같다. 작도 시간은 약 20분/1매(A1 크기)이 소요된다. 프뎀터로 작도하기 전에 그래픽 CRT를 통하여 수정한 후에 프뎀팅하는 것이 일반적인 이용방법이다.

### 5. 4 보 골조도면

보의 단면산정에서 얻은 철근 직경과 본수 및 스테럽 간격을 도면화할 수 있다. 보 부재 골조도면 작성 흐름도(Flow Chart)는 그림 4와 같다. 보의 골조도면작성 예가 그림 5이며 철근

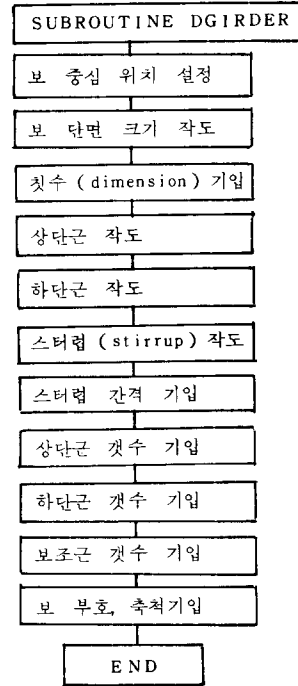


그림 4. 보 골조도면작성도 흐름도

POSITION	1-G1			1-G2			1-G3			1-G4		
EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	
TOP BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
MID BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
BOI BAR	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16	13-B16
STIRREP	210-0000	210-0100	210-0200	210-0300	210-0400	210-0500	210-0600	210-0700	210-0800	210-0900	210-1000	210-1100
POSITION	1-G5			1-G6			1-G7			1-G8		
EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	
TOP BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
MID BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
BOI BAR	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16	13-B16
STIRREP	210-0100	210-0200	210-0300	210-0400	210-0500	210-0600	210-0700	210-0800	210-0900	210-1000	210-1100	210-1200
POSITION	1-G9			1-G10			1-G11			1-G12		
EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	
TOP BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
MID BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
BOI BAR	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16	13-B16
STIRREP	210-0200	210-0300	210-0400	210-0500	210-0600	210-0700	210-0800	210-0900	210-1000	210-1100	210-1200	210-1300
POSITION	1-G13			1-G14			1-G15			1-G16		
EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	EMBL1	MID	ENDIR1	
TOP BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
MID BAR	1-B16	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16
BOI BAR	2-B16	3-B16	4-B16	5-B16	6-B16	7-B16	8-B16	9-B16	10-B16	11-B16	12-B16	13-B16
STIRREP	210-0300	210-0400	210-0500	210-0600	210-0700	210-0800	210-0900	210-1000	210-1100	210-1200	210-1300	210-1400

그림 5. CAD시스템에 의한 보 단면 골조도면에

직경을 심벌로 정해 보 단면에 표시하게 함으로써 시각적으로 철근 직경을 알 수 있다. 또한 공사에 필요한 Shop drawing으로 철근의 배근상태를 더욱 상세하게 작도도 가능하다.

### 5.5 기둥 골조도면

기둥의 단면산정에서 얻은 철근 직경과 본수 및 후우프 간격을 도면화 한다. 기둥 도면작성 흐름도는 그림 6 과 같다. 실용적인 방법은 CRT를 통하여 기둥단면을 작도하여, 동일한 기둥단면은 중복되지 않도록 정리한 후에 프롯팅하는 것이다.

기둥의 CAD시스템에 의한 골조도면작성 예는 그림 7 과 같고, 보에서와 마찬가지로 철근 직경을 심벌로 해 기둥단면에 표시하게 함으로써 시각적으로 철근직경을 알 수 있다.

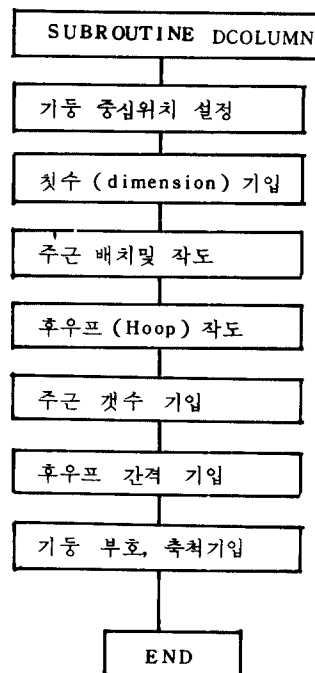


그림 6. 기둥 골조도면 흐름도

SECTION	s-c1	r-c1	c-c1	s-c2	r-c2	s-c3	r-c3	s-c4
BAR#	[Bar symbols]							
SECTION	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010
Hoop	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020
SECTION	s-c5	r-c5	s-c7	s-c8	r-c8	c-c8	s-c10	r-c10
BAR#	[Bar symbols]							
SECTION	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010	0-010
Hoop	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020	010-0020
SECTION	s-c10	s-c11						
BAR#	[Bar symbols]							
SECTION	0-010	0-010						
Hoop	010-0020	010-0020						
Hoop								

그림 7. CAD시스템에 의한 기둥 골조도면 예

## 5. 6 기초 골조도면

기초 단면산정에서 철근량을 구한 후, 선정된 철근직경에 의해 철근 본수가 정해진다. 이 철근 본수에 의해 철근간격이 결정되고 골조도면 작성이 된다. 기초 단면산정의 입력자료로 골조적산 및 골조도면작성이 가능한 일관 시스템을 활용하는데 있어 최소 경비가 될 수 있도록 고려하는 것이 바람직하다. 이를 위하여 컴퓨터 프로그램내에서 최소경비가 될 수 있도록 단면을 결정할 수 있게 해야할 것이다.

기초 골조도면작성 흐름도는 그림 8과 같다. CAD시스템에 의한 기초 골조도면 예는 그림 9와 같다.

## 6. 결론

현재 구조해석의 컴퓨터 응용과 건축설계도면 작성의 컴퓨터 응용이 개별적으로 개발되는 경

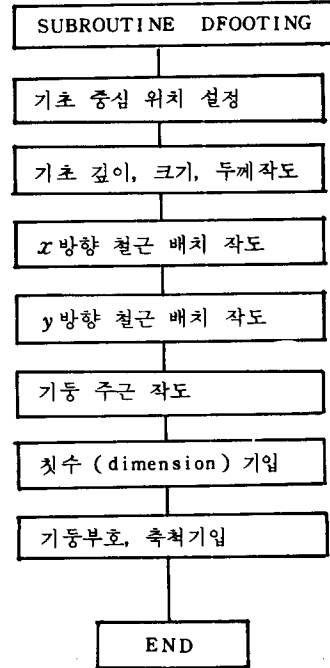


그림 8. 기초 골조도면 흐름도

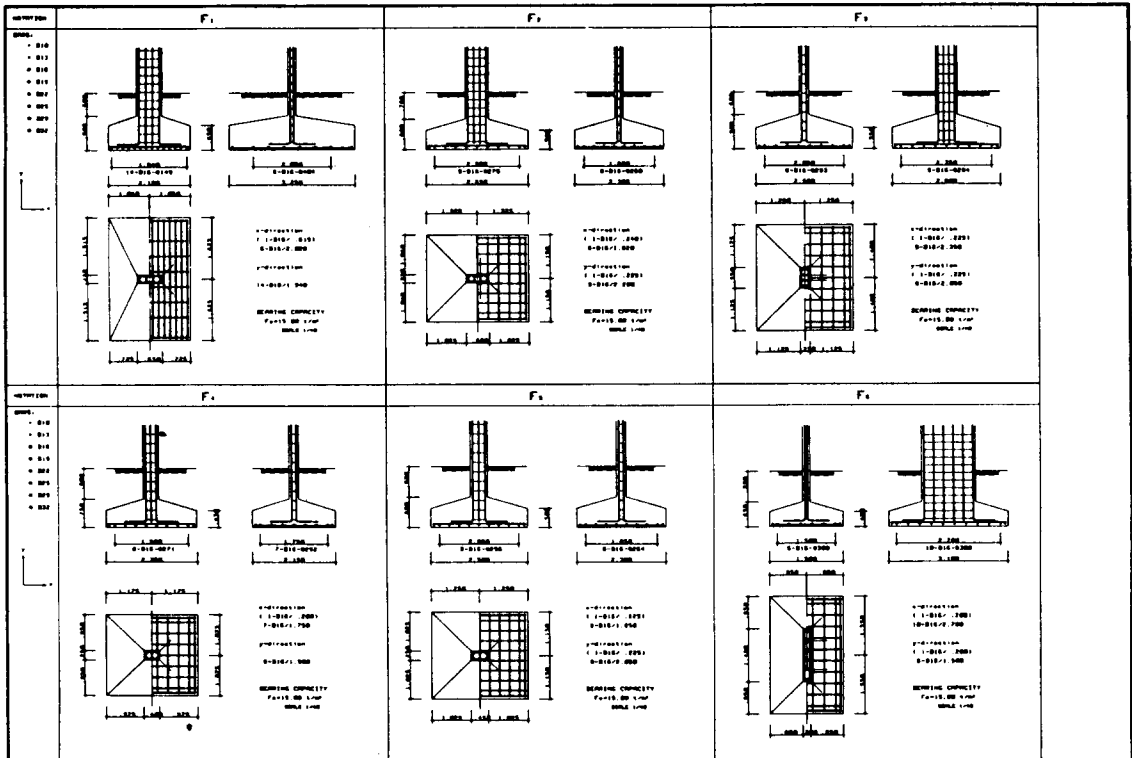


그림 9. CAD시스템에 의한 기초 골조도면 예

우가 많은데 한꺼번에 모든 시스템을 일련으로 연결하는 것은 쉬운 일이 아니므로, 우선 구조 해석의 자료를 그대로 이용할 수 있는 골조도면작성의 컴퓨터 응용프로그램을 개발함으로써 앞으로 건축설계도면작성 프로그램과 연결되고

려할 수 있다고 본다.

본 CAD시스템은 현재에는 국내에서 통용되고 있는 건설부 규준에 의거하여 개발되었고, ACI의 극한강도 설계법으로 sub-program을 수정하여 이용할 수 있겠다.