

コマンドによる鉄筋コンクリート構造物自動設計製図プログラム

(汎用自動配筋設計製図プログラム)

北海道開発コンサルタント ○ 平 瀬 裕 也

正員 神 田 茂

正員 武 市 雅 敏

1. 要 旨

若し、一般の鉄筋コンクリート構造物の設計作業を、電算機の端末機（図形用ディスプレイ等）から、簡単な言語（コマンド）を操り、会話応答的に進めて完成するならば、これはこの上ない、設計業務に於けるコンピュータ利用の極みで、最高のものとなろう。一概に、設計と云っても、計画段階から積算まで多様であるが、今、問題を限って、配筋設計だけにこれを集約して考えても、設計スピードの向上、作成図と材料の完全な一致など、効率、信頼性に期待が持たれ、目的に一步近づくことが出来よう。

それでも、いきなり、この会話型設計に取り組むのは問題があろうし、又吾々にとってハードウェアの制約からも不可能なこともあって、一先づは、バッチ処理にて基礎固めを進めることにした。よって基本的には、理想に近づける形で、テストの意味も含めて、この汎用的な配筋設計用の自動設計製図プログラムを完成した。これが以下説明するコマンド〔F E C T L A N〕でサポートされるプログラム〔F E R R O C〕である。その大要は下記の通りである。

- (1) この設計は、配筋設計製図並びに材料計算である。よって断面鉄筋量は既に計算済みとする。
- (2) 構造物の形状に自由にマッチする汎用プログラムとする。
- (3) データ入力方法は、設計者の思考性に基き、会話型のコマンドによるものとし、文法を整え、フリーフォーマットとする。
- (4) データの重複性を避け、必要最小限なものとする。よって、製図に必要な寸法線、引出線、諸数量値等は、一切自動発生計算にて処理するものとする。
- (5) データの次元は、二次元までとするが、配筋データは奥行情報（ピッチ等）を含み与え、立体認識を行い、これをそれぞれの構造面を持つ配筋図に自動展開するシステムとする。
- (6) 出力は、構造図、配筋図、鉄筋加工図、並びに材料計算書とする。
- (7) 中間チェック、又中間修正が可能であるものとし、又諸種コントロールで、システム利用の便を計るものとする。
- (8) 計算成果を、パターンとしてファイル（データブック）し、近似型の新設計に際し、形状変更を含む修正を、変更部データのみにて実行させ、学習機能による省力化を計るものとする。
- (9) 各種の自動プログラムと、本プログラムを繋ぎ、自動設計製図プログラムに発展する基本性を備えるものとする。

2. F E R R O C の特徴と構成

〔F E R R O C〕は、設計の思考性にマッチして居り、且つ扱い易い言語〔F E C T L A N〕によってサポートされている事で特徴づけられるが、データとしては必要最小量であることから、製図上の諸元が大量計算される事となる。この構成の大要は下記の通りである。又全体流れ図を図-1に示す。

1) 構造図作成段階

構造図を計算機に認識させる段階では、二次元要素の図形エレメント、又はベクトルコマンドのコマンド入力に始まるが、これを自動合成して、閉じられた連結する線形を得、これを座標値で認識する。

2) 構造図の立体化段階

上記の段階で、それぞれの面を持つ図が認識されるが、これを立体的な認識に整えるために、2つの図面

間での、お互の位置、方向の関係をコマンドによって定義し、計算機での立体認識を得る。

3) 配筋設計段階

番号化された構造線を基準に、配筋を進めるが、鉄筋形状別にコード化されたコマンドによって、種別、径や、長さの情報と同時に、ピッチ等の奥行の情報も与え、立体認識での入力形を取る。これを配筋図には、それぞれ正面図、側面図等に展開するプロセッサによって処理する事になる。構造図も第一段階では法線、引出線が自動発生にて計算されるが、配筋図も同様にて本段階で求められる。尚、鉄筋量も求める。

4) 製図処理段階

上記諸データは、実寸法であるが、こゝで図面上に表現される縮尺が与えられる。又図面上での配置が整えられ、必要によってマスキングが行われる等、製図処理を行う。

5) その他、コントロール

下記のコントロールを各所で与え、機能に自由性を得るものとする。

- データブックの使用有無
 - 構造図入力型式の選択
 - 構造図出力の有無
 - 鉄筋引出線の図化の有無
 - 鉄筋の削除、追加を行うか否か
 - 鉄筋加工図の出力の有無
 - 鉄筋引出線の修正の有無
 - 鉄筋仕様ルールの変更の有無
 - 図面標準縮尺の変更の有無
- (データが無いときは、どちらかに処理する。)

3. FECTLANの分類とフォーマットの概要

1) 分類

機能的に分類すると下記の如くである。

- 構造図用コマンド
 - イ) 図形エレメント及びブロック・コマンド*
 - ロ) ベクトル・コマンド
 - 寸法線、引出線間隔及び本数指示コマンド*
 - 立体化データコマンド
 - 鉄筋被り、間隔指示コマンド*
 - 配筋コマンド
 - (20種類)
 - 鉄筋寸法線間隔指示コマンド*
 - 鉄筋引出線特別指示コマンド*
 - 製図用詳細指示コマンド群*
- (*印は、標準図は入力不要)

2) フォーマットの概要

FECTLANのそれぞれのフォーマットについて、詳述する事は紙数的に不可能である。よって、主要なコマンドについて、一例を述べ基本思想にふれる事にする。

○ 構造図用コマンド

構造用コマンドには、図形エレメント・コマンド及びブロック・コマンドがある。これは、四角形、三角

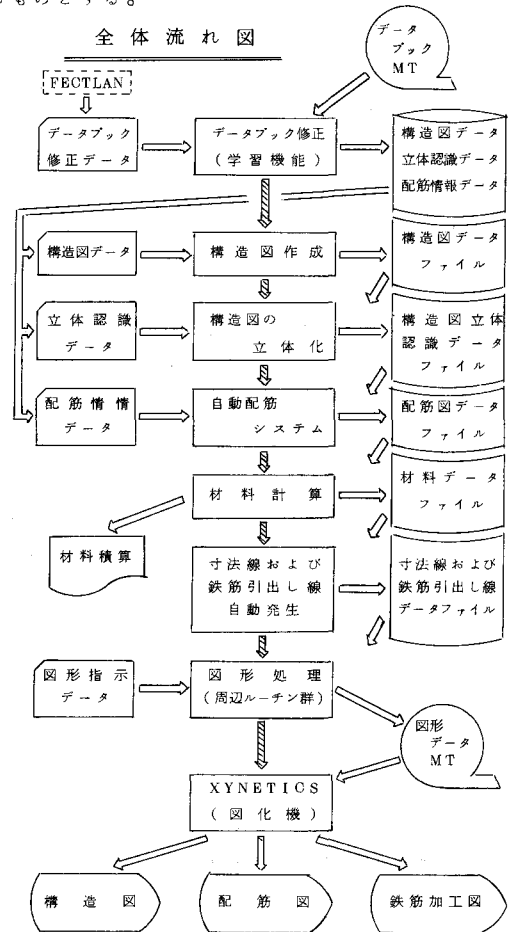


図-1

形、円弧等の図形要素に構造図を分解し、入力する方法であるが、一般にはベクトル・コマンドが入力の便が良い。よってこのベクトル・コマンドについて概説する。代表コマンドをLINEZの記号で与える。

構造線は、閉じられた折線（円弧等曲線を含む）とし、任意折点を座標軸x, yに対する原点0.0とし一定方向に順次折点を追って、ベクトルの変化量を記す方法である。例へば、図-2を表すと下記となる。

```
PLANE=3 LINEZ(300, /, -355/-300, /, 355)
+I(50, -50)LINEZ(200, /, -255/-200, /, 255)
```

註 PLANE; 図面番号 I; 原点移動コマンド

○鉄筋コマンド

鉄筋コマンドは、図-3の鉄筋形状コードに従って、右下隅を起点とする構造線の番号をベースに、位置を設定し、鉄筋種別、径、鉄筋の特定長さ等の他、奥行の情報としてピッチ等を与えるものとする。例へば、図-2の鉄筋を30cmピッチで、6m間に与えるとする。

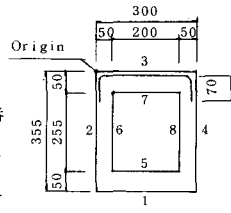


図-2

```
PLANE=3 CODE=3 D16 NO=2, 3, 4 RADIUS L=70, 70
DEPTH PAT=1 PITCH=(0, P=30, 600)
```

註 D16; 異形鉄筋16mm NO=n; n番構造線沿い RADIUS; 指定曲率
PAT=; 奥行鉄筋パターン PITCH=(0, ...); 被り0.0cmから...

鉄筋形状コード

入力コード	鉄筋名称	鉄筋形状	入力コード	鉄筋名称	鉄筋形状	入力コード	鉄筋名称	鉄筋形状
CODE=1	直線鉄筋 平面配筋 (1)		CODE=8	鉄筋断面(点) 直線部、断面配筋		CODE=15	組立筋 断面配筋	
CODE=2	直線鉄筋 平面配筋 (2)		CODE=9	鉄筋断面(点) 円曲線部、断面配筋		CODE=16	組立筋 平面配筋	
CODE=3	直線折曲げ鉄筋 およびスターラップ		CODE=10	補強筋		CODE=17	組立筋 平面配筋	
CODE=4	円曲線鉄筋 断面配筋 およびスターラップ		CODE=11	円曲線部 側面鉄筋		CODE=18	特殊鉄筋 平面配筋	
CODE=5	ベンド筋		CODE=12	フーチング用鉄筋		CODE=19	特殊線部分 直線鉄筋 平面配筋	
CODE=6	円曲線鉄筋 平面配筋		CODE=13	橋脚用 ベンド筋		CODE=20	橋梁床版用 せん断抵抗鉄筋	
CODE=7	円曲線部、直線 鉄筋、平面配筋		CODE=14	直線折曲げ鉄筋				

図-3

4. 実例

入力実例（擁壁設計）を図-4で示し、出力実例（頭首工ビーア）を図-5で示す。（実録は約60例）

5. システムの機能と効用

計算処理された構造物は、パターンとして、データーブックにファイルされる。この型に近似したものゝ設計に際し、前述の学修機能によって、入力作業の迅速性を得、人手間の省力化は大きい。又自動設計プログラムと独立している事は、中間のコネクションプログラムによって、容易に自動設計製図へ発展出来、本来、自動設計製図プログラムが持つ、形状による限定性がなくなり、利用効用を広げるものである。

6. あとがき

このシステムは、512KバイトのIBM、S370/135機械で、OSによってサポートされた。プログラムの総ステップは、図化用プログラムを除き、約70000ステップで、サブルーティン数、800本で構成された。ラン・タイムは、本機で20~50分。超大型機で、数分のCPUを要する。多少時間が多い感であるが、これは自動発生計算部分が多いためと考えられる。図化機は、XYNETICS-1100の高速マシンで、一構造物につき約20~40分で処理される。今後は、日増に進むハードウェアのスピード化、端末機の機能進歩等から、目指す会話応答的な設計も期待されるが、今、バッチ処理段階での実際設計例も少ないので、これを更に進め、改良点も見出し、レベルアップを期したい。

〔 F E C T L A N 〕

についてのスタデー
は、プログラミング
出来ない設計者でも、
数日で習得出来る様
子である。
「 F E C T L A N の
書き方」で普及を期
している。

参考文献

磯島好彦、南角三
津男「汎用図形処理
システム」 IBM
REVIEW (6 6)

NUMBER	10	20	30	40	50	60	70	80	TABLE	NUMBER
1	*****	CONTROL DATA IS STANDARD	*****						1	1
2	*****	CHANNEL INPUT DATA *****							1	1
3	*****	STRUCTURE DATA *****							1	1
4	PLANE=1	LINE1(0,400/100,3350/900,0/0,-3150/200,-200,H/2650,0/200,200,H/3,3150/							1	1
5		100,0/100,-3350/0,-400/-3850,0)							1	1
6									1	1
7	PLANE=2	LINE1(0,3750/1000,0/0,-3750/-1000,0)							1	1
8		+1(0,400) LINE2(10000,0/LINE=2)							1	1
9									1	1
10	PLANE=3	LINE1(0,3850/1000,0/0,-3850/-1000,0)							1	1
11		+1(0,400) LINE2(10000,0/LINE=2)							1	1
12		+1(0,3050) LINE2(10000,0/LINE=2)							1	1
13	END								1	1
14	*****	DIMENSION LINE DATA *****							1	1
15	PLANE=1	X=1000/9999 Y=150/150 PLANE=2	X=1000/9999 Y=1000/3000						1	1
16	PLANE=3	X=1000/99999 Y=-99/3000							1	1
17	END								1	1
18	*****	CONTROL DATA IS STANDARD	*****						2	1
19	*****	COVERING DATA *****							3	1
20	DEPTH=50	END							3	1
21	*****	STRUCTURE NUMBER DATA *****							4	1
22	PLANE=1,2,2,2,2,3,3								4	2
23	END								4	3
24	*****	SECTION DATA *****							5	1
25	PLANE=1	NO=2,3	ARROW	PLANE=2	NO=2				5	1
26	PLANE=1	NO=5		PLANE=3	NO=2				5	3
27	PLANE=1	NO=9	ARROW	PLANE=4	NO=2				5	4
28	PLANE=1	NO=11,12		PLANE=5	NO=2				5	5
29	PLANE=1	NO=7		PLANE=6	NO=2				5	6
30	PLANE=1	NO=1	ARROW	PLANE=7	NO=2				5	7
31	END								5	8
32	*****	ARRANGMENT OF DEFORMED BAR *****							6	1
33	PLANE=1	CODE=14	D16	NUMBER=3	NO=1,2,1	POSITION=2	LENGTH=0,1195		6	2
34	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	3
35	PLANE=1	CODE=14	D16	NUMBER=3	NO=1,2,1	POSITION=2	LENGTH=1510,1195		6	4
36	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9400)						6	5
37	PLANE=1	CODE=14	D16	NUMBER=3	NO=11,12,1	POSITION=2	LENGTH=0,1195		6	6
38	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	7
39	PLANE=1	CODE=14	D16	NUMBER=3	NO=11,12,1	POSITION=2	LENGTH=1510,1195		6	8
40	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9400)						6	9
41	PLANE=1	CODE=3	D16	NO=1	LENGTH=540,540				6	10
42	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	11
43	PLANE=1	CODE=3	D13	NO=7					6	12
44	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	13
45	PLANE=1	CODE=3	D13	NO=5					6	14
46	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	15
47	PLANE=1	CODE=3	D13	NO=9					6	16
48	DEPTH	CODE=1	PITCH=1(P=200,9900)						6	17
49	PLANE=1	CODE=8	D13	NO=1,7	NUMBER=2	MOVE=1,3,3			6	18
50			PITCH=1(P=100,P=187,375,P=300,2400,P=167,375)						6	19
51	PLANE=1	CODE=8	D13	NO=5,9	NUMBER=2	TYPE=2	MOVE=1,1,1		6	20
52			PITCH=1(P=100,PE=300,3350)						6	21
53	PLANE=1	CODE=8	D13	NO=2,3	NUMBER=2	TYPE=2	MOVE=1,1,1		6	22
54			PITCH=1(P=100,PE=300,3350)						6	23
55	PLANE=1	CODE=8	D13	NO=12,11	NUMBER=2	TYPE=2	MOVE=1,1,1		6	24
56			PITCH=1(P=100,PE=300,3350)						6	25
57	DEPTH	CODE=2							6	26
58	PLANE=1	CODE=14H	D16	NO=8,8					6	27
59	DEPTH	CODE=4	PITCH=1(P=200,9900)						6	28
60	END								6	29
END	*****								END	

図 - 4

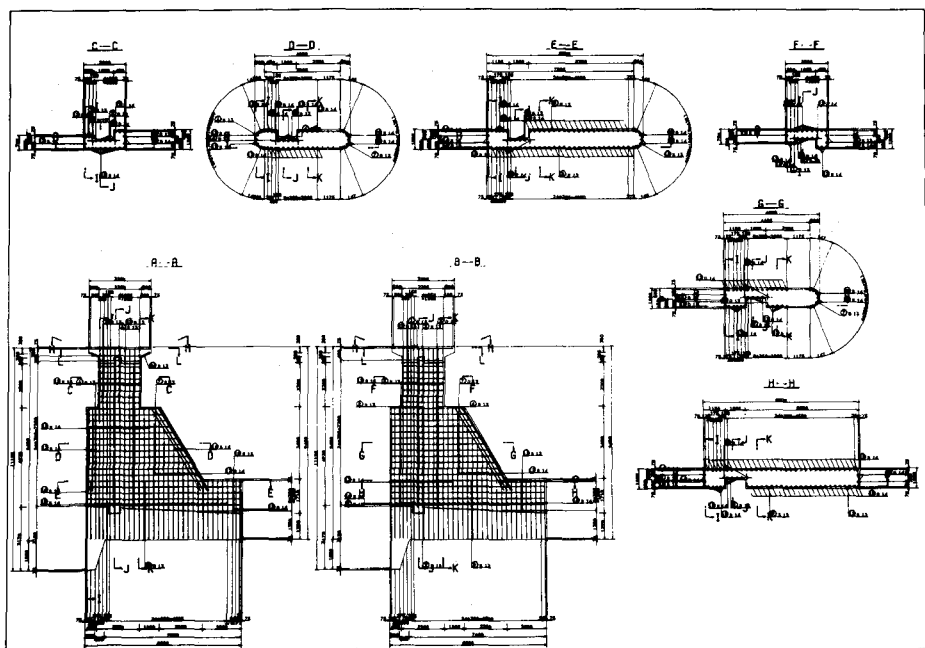


図 - 5