

最近の3次元配管CADの 深化とその適用事例

—配管文具ソフト2—

河村 丞一*

* Joichi KAWAMURA, (有)カノンインベンション
代表取締役
E-mail : joech@sag.bekkoame.ne.jp

1. はじめに

配管設計のCAD化は、最初スタンドアローンCADからスタートした^{1),2)}。1988年日本で最初にパソコンで動く本格3次元配管CAD³⁾を開発した筆者は、常に新しい配管CADの発明のトップランナーとして、CAD業界を牽引してきた(図1)。図に示すように発表の都度、CADのソフト価格を下げることに貢献してきた^{4),5)}。

本稿では、タブレットPCの進歩より革新的に深化させた新製品「配管文具ソフト2」について、ここに紹介する。

2. 最近の3次元配管CADの技術動向

従来、大手エンジニアリング会社によるプラント設計CADの利用は、海外の市販のエンジニアリング業務統合型3次元システムの導入が多く、3次元モデリングなどシステム運用には習熟した専任オペ

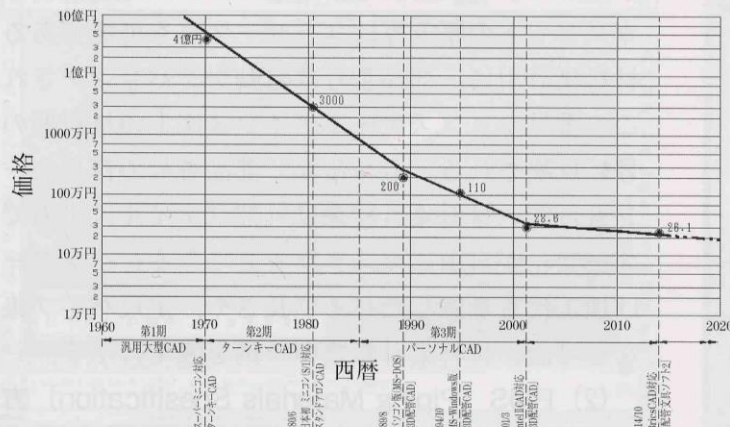


図1

レータが必要である。また、これらのシステムは導入・維持コストも高価であり、中小のプラント設計会社での導入は難しい。

そこで、筆者もAutoCADをプラットフォームとした3次元プラント設計システムを開発・販売してきた。努力の甲斐あって、配管計画を2次元平面図から3次元モデル作成できる3次元配管CADが、各社似たりよったりで3次元ソフトがでてきた。しかし、今いち配管設計業界に広がっていない。その最大の理由は、配管CADが100万~200万円と高価で、設計者自身が使用するには荷が重く、現状配管の設計製図を2次元で描いているのが現実である。

CADの価格は、そのサポート料といわれている。サポートの必要なCADは必然的に高価にならざるを得ない。そこで、筆者は分かり易く、サポート不要の使い易く使い勝手の良いCADを開発。CADを文具まで飛躍的に深化させた「配管文具ソフト2」を開発し、価格1/5~1/10を達成した。

3. 「配管文具ソフト2」における技術的進歩

3-1. ノートパソコンからタブレットPCへ

タブレットPCの活用によりペン操作だけで操作し、マウス操作と比して、格段に操作性の良いペン

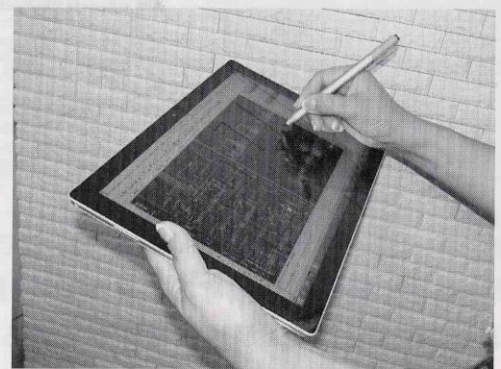


写真1 配管文具2

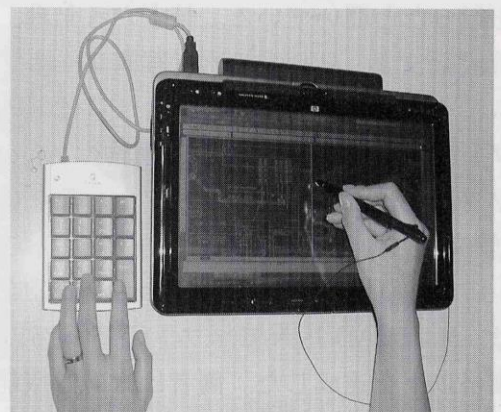


写真2 配管文具1

表1

ML (D)

品種

出図付7
 1: 一般 5: 掘り取り
 2: 加工品 6: 貯蔵品
 3: 加工品 7: コメント
 4: 支給品 8: 承認品
 9: 廃棄品 10: コメント (不要)

試験片
 1: 採取符号
 2: 採取符号-
 3: 採取符号+

溶接部品の
 出図サイン「1」のもの
 出図サイン「2」のもの
 1: 購入品、及び小物製作品
 2: 溶接品 (焼鈍なし)
 3: 溶接品 (焼鈍あり)

出図部	部品名	数量	重量	設計材質	備考
00E(S)-1-1/2BxSch80, SWエルボ	1	7		S25C	
01S10K-1-1/2B, SO, RFフランジ	2	14		S25C	
02(R)-1-1/2x1x1-1/2BxSch80, SWテ	0	2		S25C	
03E(S)-1BxSch80, SWエルボ	0	6		S25C	
04F1150-1B, SO, RFフランジ	1	4		S241	
05(R)-1-1/2x3/4x1BxSch80, SWテ	0	2		S25C	
06E(S)-3/4BxSch80, SWエルボ	0	8		S25C	
07(R)-1-1/2x3/4x1-1/2BxSch80, SW	0	1		S25C	
08V1510K-3/4B, SO, RFフランジ	1	7		S241	
09/4B, SCユニオン	0	2		S25C	

REV 工事 分巻 修正
 番号 番号 番号 番号
 修正箇所
 修正箇所
 修正箇所
 修正箇所

表2

PIPING MATERIALS CLASSIFICATION				CLASS DESIGNATION R10B			
CORROSION ALLOWANCE		SERVICE LIMIT	PROCESS PIPE OF LOW PRESSURE LIQUID	TEMPERATURE °C	10	220	ISSUE
ITEM	NOM SIZE (UN)	MATERIAL	DESCRIPTION	PRODUCT	END	WALL THICK	REMARKS
PIPE	1/2-11/2	SGP			FE		JIS B 3452
	2-14	SGP			BE		JIS B 3452
	16-28	STPY400			BE	7.9t	JIS B 3457
	32-36	STPY400			BE	9.5t	JIS B 3457
FITTINGS	1/2-11/2	PT38	SCH80		SW		JIS B 2316
	2-14	FSGP			BW		JIS B 2311
	16-28	PY41			BW	LG(7.9t)	JIS B 2311
	32-36	PY41			BW	STD(9.5)	JIS B 2311
COUPLING	1/2-11/2	PT38	SCH80		SW		JIS B 2316
ITEM	FROM TO	MATERIAL	CLASS	TYPE	FACE	REMARKS	
FLANGE	1/2-36	SS400	JIS10K	SO	FF	JIS B 2220	
BLIND FLANGE	1/2-36	SS400	JIS10K		FF	IS-313-16B	
UNION	1/2-11/2	FCMB		SCRD		JIS B 2301	
PLUG	1/2-11/2	FCMB		SCRD		JIS B 2301	
CAP	1/2-11/2	FCMB		SCRD		JIS B 2301	
GASKET	1/2-10	V#1500,t1.5	JIS10K	RING	FF	JIS B 2202	
	12-36	V#1500,t3.0	JIS10K	RING	FF	JIS B 2202	
BOLT	1/2-36	SS400		MACHINE		JIS B 1180	
NUT	1/2-36	SS400			H=0.8D	JIS B 1181	
ITEM	NOM SIZE (UN)	MATERIAL	RATING (CLASS)	CONNECTION	TYPE	REMARKS	
GATE	1/2-11/2	FCMB 13Cr	JIS10K	SCRD	SE,ISRS	JIS B 2051	
	2-12	FC200 13Cr	JIS10K	FLRD	BB,OS&Y	JIS B 2031	
	14-36	FC200 13Cr	JIS10K	FLRD	BB,OS&Y	メーカー標準	
	1/2-11/2	FCMB 13Cr	JIS10K	SCRD	SE,ISRS	JIS B 2051	

操作にて、従来の製図機と同じ操作感覚で正確、かつ簡単に早く配管図が描ける。また、手軽なことから現場にもって行き、簡単に操作ができる(写真1)。

AutoCADは、「以前のEWS型CADより機能は同じで、価格を1/10にする。」のかけ声でCADの開発を行ったと聞いている。筆者が5年前、発表した配管設計文具「PIPE2000」(写真2)はプラットフォームにそのAutoCADを利用し、PCはHP EliteBook タブレットPCを使用した。価格はAutoCAD込みでソフト価格¥910,900であった。それに対して、「配管文具ソフト2」はプラットフォームにBricsCAD V14 Proを使用し、PCはSurface Pro 3を使用、価格は、BricsCAD込みでソフト価格¥261,000と1/3の価格以下を達成した。両者ほぼ同じ機能で、自動処理などは前者よりむしろスピードが速く、快適にオペレーションできる。

表3

表3.pms

*pipen*Engineering Specification For Piping Materials Classification

ITEM	*FROM	*TO	*RATING	*THICK	*MATERIAL	*EN*UP	*Ver.	*DESCRIPTION
BOLT	*15	*900	*	*	*SS400	*M6*CS	*V0	*15 *900
NUT	*15	*900	*	*	*SS400	*M6*O.8	*V0	*15 *900
GASKET	*15	*250	*	*	*V#1500	*S3.0	*V0	*15 *250
GASKET	*300	*900	*	*	*V#1500	*S3.0	*V0	*300 *900
PIPE	*15	*40	*	*	*SGP	*	*V0	*15 *40
PIPE	*50	*150	*	*	*SGP	*	*V0	*50 *150
PIPE	*150	*350	*	*	*SGP	*	*V0	*150 *350
PIPE	*400	*700	*	*	*Sch80	*STPY41	*V0	*400 *700
PIPE	*750	*900	*	*	*Sch80	*STPY41	*V0	*750 *900
BEND	*15	*40	*	*	*SGP	*SGP	*V0	*15 *40
BEND	*50	*300	*	*	*SGP	*SGP	*V0	*50 *300
GTVAL	*50	*900	*JP1150	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *900
GTVAL	*50	*900	*JP1300	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *900
GTVAL	*50	*600	*JP1600	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *600
GTVAL	*50	*500	*JP1900	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *500
GTVAL	*50	*400	*JP1500	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *400
GTVAL	*15	*80	*JIS5K	*	*BC6	*SC*BC	*V	*15 *80
GTVAL	*15	*80	*JIS10K	*	*BC6	*SC*BC	*V	*15 *80
GTVAL	*15	*50	*JIS10K	*	*FCMB	*SC*FM	*V	*15 *50
GTVAL	*25	*40	*JIS10K	*	*FCMB	*SC*FM	*V0	*25 *40
GTVAL	*15	*50	*JP1600	*	*S25C	*SW*CS	*V	*15 *50
GTVAL	*15	*20	*JP1600	*	*S25C	*SW*CS	*V0	*15 *20
GTVAL	*50	*300	*JP1500	*	*FC200	*FL*FC	*V	*50 *300
GTVAL	*50	*300	*JP1500	*	*FC200	*FL*FC	*V0	*50 *300
GTVAL	*50	*250	*JP1500	*	*FC200	*FL*FC	*V	*50 *250
GTVAL	*50	*300	*JP1500	*	*SCPH2	*FL*SC	*V	*50 *300
GTVAL	*50	*300	*JP1500	*	*SCPH2	*FL*SC	*V	*50 *300
GTVAL	*25	*80	*JIS10K	*	*BC6	*FL*BC	*V	*25 *80
GTVAL	*40	*350	*JP1150	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *350
GTVAL	*40	*350	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *350
GTVAL	*50	*600	*JP1600	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*50 *600
GTVAL	*80	*500	*JP1900	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*80 *500
GTVAL	*50	*400	*JP1500	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*50 *400
GTVAL	*40	*350	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *350
GTVAL	*40	*350	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *350
GTVAL	*50	*600	*JP1600	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*50 *600
GTVAL	*350	*600	*JP1600	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*350 *600
GTVAL	*80	*500	*JP1900	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*80 *500
GTVAL	*50	*400	*JP1500	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*50 *400
GTVAL	*40	*300	*JIS10K	*	*FCMB-S35	*FL*ML	*V	*40 *300
GTVAL	*25	*300	*JIS20K	*	*FCMB-S35	*FL*ML	*V	*25 *300
GLVAL	*50	*450	*JP1150	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *450
GLVAL	*50	*80	*JP1150	*	*SCPH2	*BW*SC	*V0	*50 *80
GLVAL	*50	*300	*JP1300	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *300
GLVAL	*50	*300	*JP1600	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *300
GLVAL	*80	*200	*JP1900	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*80 *200
GLVAL	*50	*200	*JP1500	*	*SCPH2	*BW*SC	*V	*50 *200
GLVAL	*15	*50	*JP1600	*	*FCMB	*SW*CS	*V	*15 *50
GLVAL	*15	*20	*JP1600	*	*FCMB	*SW*CS	*V0	*15 *20
GLVAL	*15	*80	*JIS5K	*	*BC6	*SC*BC	*V	*15 *80
GLVAL	*25	*40	*JIS10K	*	*BC6	*SC*BC	*V	*25 *40
GLVAL	*15	*50	*JP1600	*	*FCMB35	*SC*FM	*V	*15 *50
GLVAL	*15	*50	*JP1600	*	*FCMB35	*SC*FM	*V	*15 *50
GLVAL	*40	*200	*JP1300	*	*FCMB-S35	*SC*ML	*V	*40 *200
GLVAL	*40	*200	*JP1300	*	*FCMB-S35	*SC*ML	*V	*40 *200
GLVAL	*100	*200	*JP1300	*	*FC20	*FL*FC	*V	*100 *200
GLVAL	*15	*100	*JP1300	*	*BC6	*FL*BC	*V	*15 *100
GLVAL	*50	*200	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SC	*V	*50 *200
GLVAL	*40	*200	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SC	*V	*40 *200
GLVAL	*40	*200	*JP1500	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *200
GLVAL	*40	*200	*JP1300	*	*SCPH2	*FL*SCRF*V	*V	*40 *200

3-2. 計画のCADではない詳細設計CADの踏襲

一般に、配管CADは大きく分けて二つに分類できる。「計画のCAD」と「詳細設計のCAD」である。この「配管文具ソフト2」は、後者の配管の設計製図を作成するためのCADである。

(1) 材料集計

部品の抜き代を考慮した配管カット長の自動計算、ボルト・ナットの長さや本数の自動計算等を行う。ガスケットの厚み等はユーザー変更も可能である。材料集計用に、部品番号は自動ナンバリングされ、この番号がノンスケールアイソメ図上の材料欄の符号に反映される。もちろん、部品番号の修正キーも可能。材料集計結果は外部ファイルに出力でき、ユーザーが自由にカスタマイズできる。ベンダー曲げ加工代も考慮したパイプ長さや、定尺パイプ集計など可能。材料集計帳票の一例を表1に示す。

(2) PMS (Piping Materials Specification) 方式の採用

3DPIPE/P&ID システム⁴⁾により配管設計の基本

設計ともいえる P & ID (Piping and Instrument Diagram) フローシートから、PMS クラスを決定する (表 2)。これを基に、PMS テキストファイル表 3 を作成する。本ソフトで持っているすべての部品 (JIS, ANSI/ASME, JPI, API etc.) を PMS R10s-all. PMS という標準フォームの PMS の形で用意されている。R10s-all からコピーして、ユーザの使用する PMS 名に変更し、*Ver の項目がすべて「*V」になっているので、「*V0」に変更していく。

例えば、口径 100A のバルブなら、ITEM が GTVAL の *FROM-*TO の項目が *50-*300 でしかも *Ver の項目が「*V0」のものが選択される。もし他のタイプに変更する場合は、*FROM-*TO が 100A を満足する *EN の項目が「BW」 (例えば第 1 行目) の GTVAL のデータの「V」に「0」を追

加して「V0」にすることにより溶接形に変更できる。

(3) 3D-PIPE のオペレーションシステム「DBFEditor」

PMS ファイル作成と DBF 編集を同時に行うプログラムをサポートするプログラム「DBFEditor」を用意した。

3D-PIPE の操作の前には、PMS ファイルを正しく設定する必要がある。プログラムにより使用する配管クラス PMS 名と配管部品名、接続口径を入力して PMS データと連動させ、データベース DBF の数値を確認しながらデータを編集することができる (図 2)。この「DBFEditor」の利用で一段と PMS の設定が簡単になった。

(4) 豊富なオプションソフト

JIS 標準形鋼の組み合わせで、簡単かつスピーデ

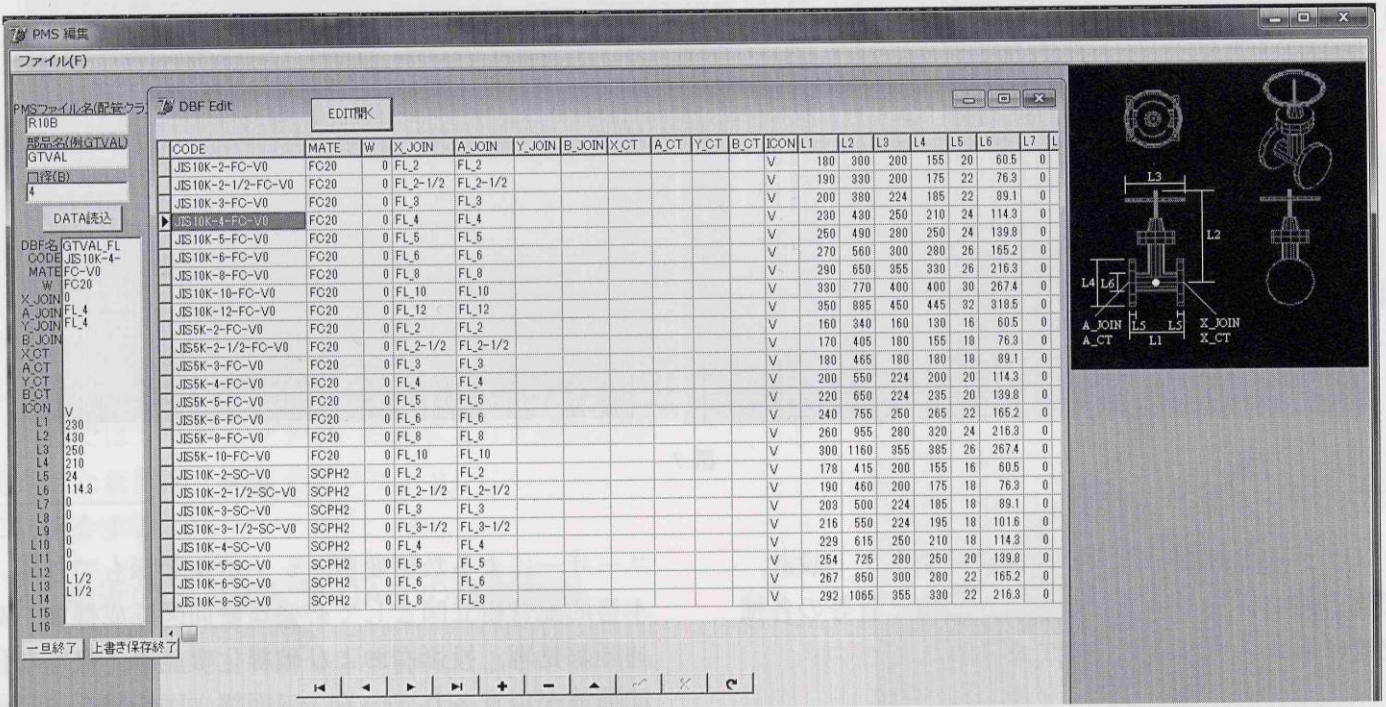


図 2

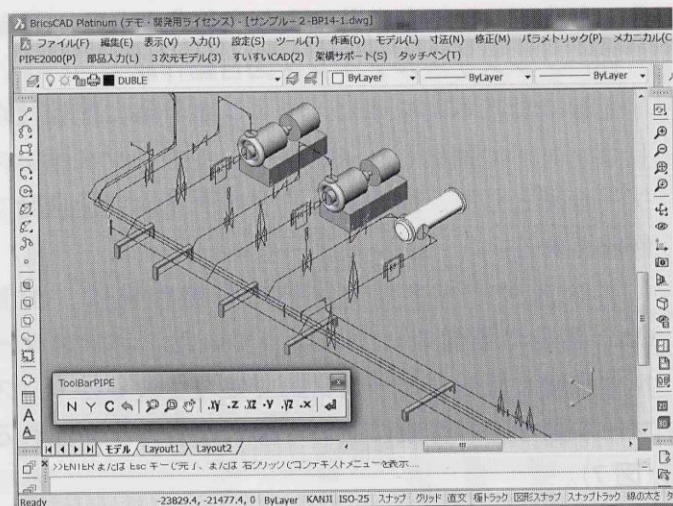


図 3

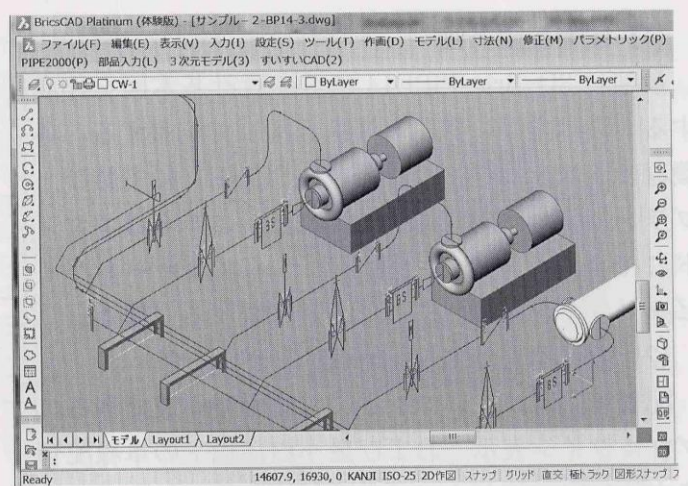


図 4

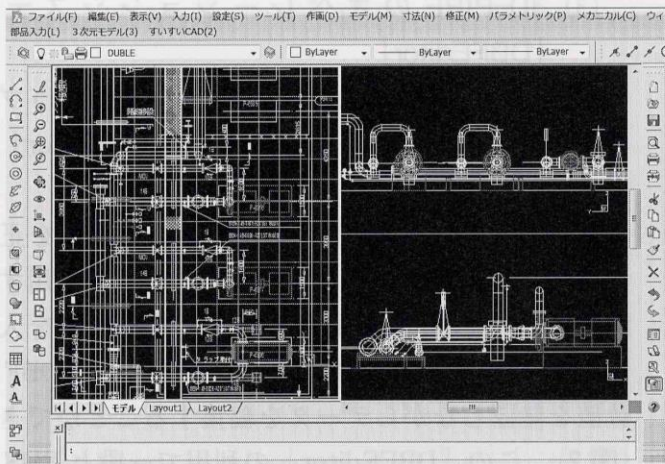


図 5

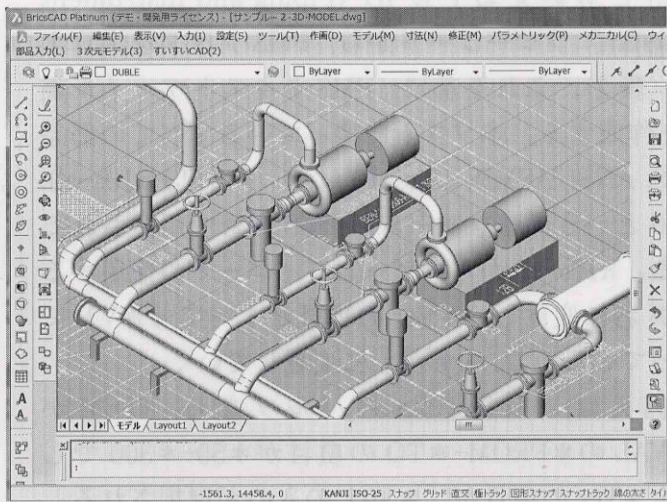


図 6

X 系統	%	名称	材質	気密試験		設計圧力		組分重量	555092	単位	備考	
				kg/cm ² G	kg/cm ² G	kg/cm ² G	kg/cm ² G					
40	45	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	300A	パイ	6.0	4765	SGP	1.52	PEEE
41	40	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	300A	パイ	6.0	1037	SGP	1.47	PEEE
42	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K350A	SS400	3	300A	パイ	6.0	50	SGP	1.0	PEEE
43	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K350A	SS400	16	350A	パイ	6.0	50	SGP	1.0	PEEE
44	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K350A	SS400	16	350A	パイ	6.0	743	SGP	1.47	PEEE
45	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K250A	SS400	10	200A	パイ	6.0	57	SGP	1.3	PEEE
46	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K250A	SS400	10	200A	パイ	6.0	3263	SGP	1.63	PEEE
47	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	300A	パイ	6.0	184	SGP	1.36	PEEE
48	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	300A	パイ	6.0	384	SGP	1.76	PEEE
49	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	2	300A	パイ	6.0	284	SGP	1.56	PEEE
50	40	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	6	337.2	パイ	6.0	621	SGP	1.22	PEEE
51	45	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	2	56.2	パイ	12	239	SGP	1.16	PEEE
52	40	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	92.5	パイ	13	556	SGP	1.44	PEEE
53	45	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	46.3	パイ	14	3261	SGP	1.20	PEEE
54	40	ロングエリス	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	3	45.0	パイ	15	3391	SGP	1.28	PEEE
55	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K300A	SS400	1	0.0	パイ	16	350A	SGP	1.21	PEEE
56	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K300A	SS400	7	170.7	パイ	17	350A	SGP	1.20	PEEE
57	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K300A	SS400	5	41.7	パイ	18	350A	SGP	1.97	PEEE
58	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K300A	SS400	5	10.1	パイ	19	350A	SGP	1.23	PEEE
59	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	0.0	パイ	20	350A	SGP	1.33	PEEE
60	40	フランジ	合金製鋼材 JIS16K150A	SS400	8	76.9	パイ	21	300A	SGP	1.14	PEEE
61	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K150A	SS400	8	22.5	パイ	22	300A	SGP	1.54	PEEE
62	40	パイナット	合金製鋼材 JIS16K150A	SS400	8	45.3	パイ	23	300A	SGP	1.91	PEEE
63	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	0.0	パイ	24	300A	SGP	1.35	PEEE
64	40	フランジ	合金製鋼材 JIS10SK300A	FCMB	1	0.0	パイ	25	300A	SGP	1.62	PEEE

図 7

イにサポート設計が行える架構設計やダクト設計、配管応力解析など用意。そのほか、塩ビ管等の各種配管にもカスタマイズ可能である。

4. 「配管文具ソフト 2」による配管 3D モデリングおよび配管図面作成事例

(1) 配管配置計画

最初に 3D-BricsPIPE14 にて、設計基本図を作成する。設計空間に機器を 3 次元図にて配置する。各機器のノズル間をプラン線分 (PLINE) にて結び、プラン線分上に配管部品を配置し、エルボはコマンドにて自動配置する (図 3)。パイプはオートパイピングコマンドにて自動で一括配置する (図 4)。

(2) 配管組立および配管 3D モデリング

配管組立図は、コマンドにて自動で作成できる。ダブルライン表示、および最小口径以下の単線配管の立体的表示等がすべて自動的に実施される。このパラメータはすべて完全 SQL 対応になっており、

ユーザーによる数値変更、シンボル登録もできる。本格的配管組立図として必要な断面図作成機能、高速隠線処理、投影図および破線化機能等、豊富な作図機能が用意されている。三面組立図を図 5 に示す。

配管の 3 次元モデル化は、コマンドにて自動で行う。本機能により全自動により実体化される (図 6)。

(3) ノンスケールアイソメ図自動作成

配管設計基本図を基に、ライン番号毎に配管ばらしコマンドで抽出し、ノンスケールアイソメ図をスプール図として、画期的なリアルタイム完全自動で作成される。

ノンスケールアイソメ図の自動作成は、配管 CAD 開発の難関の一つになっていた。ノンスケール寸法線と風船など一括自動で処理されるので、スプール図などの作成において膨大な省力化が図れる (図 7)。

本ソフトで作成した配管全体図を図 8 に示す。

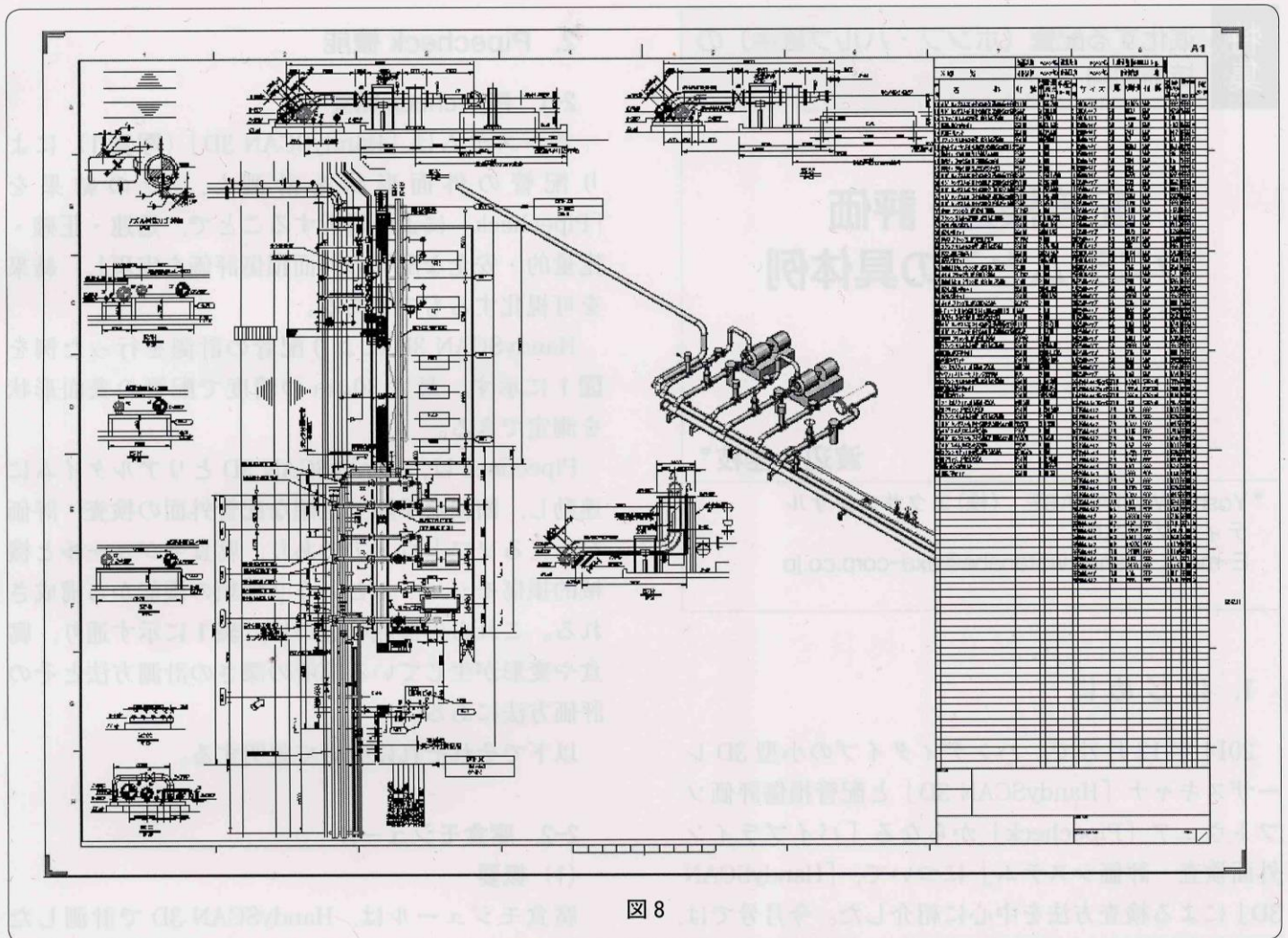


図 8

5. これからの配管 CAD の進歩について

CAD のハードウェアとして、EWS から PC に移ってきたように、今後、タブレット PC が PC にとって代わろうとしている。それは、価格が安い上に、手軽で使い勝手がよいからである。タブレットという使い勝手の良さから、おのその道のプロフェッショナルが最新タブレット PC を活用した革新的な発明を生みはじめている。

スマホで代表されるタブレットの OS は、iOS と Android である。Windows 8.1 64bit によるタブレット PC も商品化され、普及モードに入ってきた。Wi-Fi によるモバイルに対応した CAD ソフトの出現により、設計デスクからフィールドへ、オンライン環境で作業がいつでもどこでも可能になる。タブレット OS に Windows が加わることで、両者 OS の垣根がなくなり、タブレットの高度化が起こるものと思われる。将来、大いに期待したい。

6. おわりに

配管 CAD ほど 3 次元 CAD に向けた設計作業はないと思う。多種・多様の設計ではあるが、使用する

部材があらかじめ決められること、3 次元であることから寸法計算が手作業では誤りが生じやすいなど CAD 化メリットが多である。

理想的な配管 CAD の文具化を目指してきたが、タブレット PC の出現により可能になりつつある。本稿が、今後 CAD 化を進めていく読者の一助になれば幸せである。

〈参考文献〉

- 1) 河村「機械設計 CAD システムの開発」日本機械学会講演論文集, No.800-7, 17/20 (1980)
- 2) 河村, 伊藤「CAD による配管設計システム」石川島播磨技報, 22-2, 114/119 (1982)
- 3) 河村「パソコンによる 3 次元配管 CAD “3D-Pipe”」化学装置, 31-9, 76/81 (1989)
- 4) 河村「3 次元配管 CAD 「3DPIPE」配管と装置, 36-7, 38/45 (1996)
- 5) 河村「シミュレーション技術を活用したプラント設計エンジニアリング」化学装置, 48-9, 28/33 (2006)
- 6) (有)カノンインベンション「3D-BricsPIPE の HP サイト」<http://www.kanon-in.com/cad/>