特 🚑 職業訓練教材コンクール・

●厚生労働大臣賞 (入選) ●特別賞 (中央職業能力開発協会会長賞)

# 教材"Jw\_cadを利用した土木用実践ツール"2題 (1)立体形状・諸量の把握,(2)CAD基準案用テンプレート

高知県建設職業能力開発短期大学校 教頭 廣田 正邦

### 1. はじめに

私の拙作教材2題,(1)立体形状・諸量の把握, (2)CAD基準案用テンプレートがそれぞれ厚生労働大 臣賞(入選)と特別賞の栄に預かり誠に感謝に耐え ません。教材作成に当たりたくさんの方々にご協力, ご助言,ご支援をいただき誠にありがとうございま した。また,厚生労働省ならびに中央職業能力開発 協会の関係各位の皆さまには,特段のお世話をいた だきました,重ねてお礼を申し上げます。

さて,私の勤めております高知県建設職業能力開 発短期大学校は平成10年4月に,高知県建設業訓練 協会を母体として,日本で初めての土木関連の認定 職業能力開発短期大学校として土木システム工学科 のみで開校いたしました。以来,高知県各地の建設 事業者から将来を担う若者を派遣いただき,2年間, 土木施工に関する技能および計画・設計・施工・管 理等の土木工学の技術・知識を習得させ,心と技を 練磨し,開校以来9年間で94名の修了生を出してお ります。

本校の修了生の特典は,卒業後2年で2級土木施 工管理技士および2級造園管理技士の受験資格が認 められます。また,卒業後5年で1級土木施工管理 技士および1級造園管理技士の受験資格が認められ ており,大きなメリットとなっています。

私は,開校前の準備段階から参加させていただい ており,今では本校に一番長い期間かかわった者と なりました。

### 2. 入賞教材の製作目的

教材2題共,「本校へ来て良かった」と,学生およ び派遣元の事業主共々に感謝されるような充実した 教育訓練の実施のために,より仕事に密着した実践 型の教材を作成しようと心がけました。

2

### 2.1 立体形状・諸量の把握の製作目的

土木工事の構造物の中でも複雑な立体の形状,コ ンクリートボリューム,型枠面積および形状の把握。

私が実務に携わっていた折に,会計検査院から 「真の体積や型枠面積と提出書類の数量との誤差がど れくらいあるか」と聴かれたことに発します。これ らの解決を図りました。

### 2.2 CAD基準案用テンプレートの製作目的

CAD製図基準に沿った迅速かつ正確な製図技能の 習得。

建設CALSの一環として,公共工事においては必 須となった電子納品の図面に関する形式SXFに対応 することが求められました。これに対するその時点 において,あるもので対応すべく,1つの答えを考 えました。

### 3. 教材の概要・特徴・教材の説明

- 3.1 立体形状・諸量の把握の概要・特徴・教 材の説明
- (1) 立体形状・諸量の把握の概要
- 法面展開法 (パワーポイントによる手法の説明)
- 展開法説明図面(Jw\_cadファイル)
- 法面展開(Jw\_cadの外部変形機能を利用したスクリ プトプログラム)
- xBL求積 (Jw\_cadの外部変形機能を利用した体積を 求めるエクセルブック)
- xBL3D (Jw\_cadの外部変形機能を利用した形状握の ための3Dファイルを出すエクセルマクロブ ック,面面積計算付)
- 以上5ファイル総容量:5.21MB

動作環境: (windowsXP, 128M, 30G), パワーポ イント2000, jw\_cad5.0e以降, jgawk, エクセル2000, mswin32Ruby

(2) 立体形状・諸量の把握の特徴

フリーソフトのCAD, Jw\_cadの外部変形機能を利 用して,手で行っていたため時間のかかっていた法 面展開の自動化を図りました。(この技法は土木に限 らず,規矩術の隅木・ふれ垂木の展開にも応用でき ることを確かめております)

多く使用されているJw\_cadとマイクロソフト社表 計算ソフトのエクセルを組み合わせることで、今ま では3DCADソリッドモデルでしか可能でなかった、 自動体積計算・型枠面積計算を可能にしました。

また、3Dファイル(DXFおよびOBJ)を出すこと ができるようにし、容易に3D形状を見ることのでき る3Dビューワー等で形状を把握することができるよ うになり、3Dを身近なものとしました。加えて 3DCADで3Dファイル(DXFおよびOBJ)を利用す ることで、さらなる応用が期待されております。例 えば現地の写真に配置、重ねることにより、発注者 や地元住民に対しての現場説明のプレゼンテーショ ンなどに用いることができると思います。 (3) 立体形状・諸量の把握教材の説明 法面展開法 (パワーポイントによる手法の説明)



### はじめに

 建設CALS/ECも本格的に導入され、計画から 維持管理まで電子化されている。しかし、電子化 されたデータが有効に活用されていない。そこで、 発注図面を活用した型枠展開図を作成すべく、J W CADの回転機能および、軸方向拡大の機能 を適用する。その結果、複雑な形状の型枠も容易 に展開図を作成することができるようになった。こ れにより、施工の効率化が図れ、施工精度およ び積算精度が向上する。



# 2. 現状の問題点

- ●電子化されたデータが有効に活用されていないものもある
- 活用するには不十分なものも見られる



# 流路工·施工図





- 4. 方法(CADの回転・拡大機能を適用)
- 法面の情報は平面図に表れる
- ●法面上の水平線に着目
- ●水平線をCAD上で回転し x 軸にあわす
- y 軸方向に本当の長さになるように拡大する



# 水平線を回転し × 軸にあわす













- ・施工精度が向上する
- 積算の精度が向上する



- ●発注図面も信頼できるものとなり、型枠展開図や コンクリートボリュウム計算等に利用できるように なれば、建設CALS / ECの掲げる目的により近 づくことになると思える
- ●この手動で行っていた法面展開をjw\_cadの外 部変形機能を利用して自動で行おうとするもので ある

展開法説明図面 (Jw\_cadファイル)



## 法面展開(Jw\_cadの外部変形機能を利用したスクリ プトプログラム)



法面展開のサンプル図面にて展開できることを確 かめることができます。

xBL求積 (Jw\_cadの外部変形機能を利用した体積を 求めるエクセルブック)

JW\_CAD for Windowsから外変xBLOCKを利用し て,XYZ座標を取り込んで,立体の体積と図心を求 めるxBLOCK発展系エクセルブックです。 使用方法

はじめに

mswin32-rubが動くことを前提としています。
mswin32Rubyの入手設定についてはxBLOCK説明
書.txt(別紙参照)を熟読ください。

xBL求積フォルダーをJWWフォルダーに入れてく

ださい。

《図形》求積は、xBL求積フォルダーから、JWWフ ォルダーに入れてください。

	А	6	C	D	-	A	в	G	D	****	A	в	C	D	立体/	A	в	G	D	竹体5	A	ß	С	D
立体(					1/162					140					2.044	E								
															*****					立体10				
立体6					立体?					立体8					70.1828					±1∔10				

JWWでCANOPY三面図.jwwファイルを開いて, 外変求積.batを起動させてください。



図面の指示に従ってエクセルファイル・求積.xlsを 呼び込んでデータを貼り付けてください。即座に体 積・図心位置を計算します。



エクセルファイル・求積.xlsの画面

例に慣れましたら、ご自分の図面に、図形読込か

ら,ブロック図形(1A1B1C1D・・)を張り込んで, 試してください。立体1のシートの図のように立体 の奥下から反時計回りに1A1B1C1Dと配置し,立体 前下に移り,同じく反時計回りに1E1F1G1Hと配置 します。

立体にはいろいろなパターンが考えられますので, 例を参考にいろいろ試して,わかりやすい配置法を 考えてみてください。



6面体の体積を6つの三角錐に分け行列式を使用 して計算している

xBL3D(Jw\_cadの外部変形機能を利用した形状握の ための3Dファイルを出すエクセルマクロブ ック,面面積計算付)

JW\_CAD for Windowsから外変xBLOCKを利用し て,XYZ座標を取り込んで,立体の3DファイルDXF とOBJファイルを出すxBLOCK発展系エクセルブッ クです。立体の各面面積,型枠面積,止め型枠の面 積がわかるようにしました。



面積計算の画面

使用方法

はじめに

mswin32-rubが動くことを前提としています。

mswin32Rubyの入手設定についてはxBLOCK説明 書.txtを熟読ください。

xBL3DフォルダーをJWWフォルダーに入れてくだ さい。

《図形》3Dは, xBL3Dフォルダーから, JWWフ ォルダーに入れてください。

JWWで流路工構造図.jwwファイルを開いて,外変 3DF.batを起動させてください。



図面の指示にしたがってエクセルファイル・ 3DF.xlsを呼び出してデータを貼り付けてください。

	1.000						xΘ	1.3D b)	NowB	a n k			1m			
4 取得テータ結何要点 ※ 注意 Excelに貼り付けた場合はセルの書式設定になります。 少数点以下をち招にすると構成が上がります。					DXF出力 OBJ出力					A.				ga OXF	01	
								処理済	7-2		立体 1				の素の素	( I O
フロック器師名	2219-0223-04	(3167/\$38.6r)	0110203410	DIVERSE IN	通常トロ	1.	3	X(nm)	Y(nm)	Z(nm)	2 8	X床槽(ne)	Y席橋(ma)	2度標(mm)	2 840	ð.
A 1	-4.5	12	3	0	16	1.4		-4500	12000		18	-4500	12000	0		
0	4.5	12	3	0	18	10		4500	12000	0	18	4500	12000	0		
c	4.5	12	3	0	18	10		4500	12080	8000	10	4500	12000	\$800		
0	-4.5	12	3	0	16	10		-4500	12080	8000	10	-4510	12000	\$100		
ε	-2.5	0	4	2	1E	16		-2500	0	2000	16	-2500	0	2000		
r	2.5	0	4	2	1F	17		2500	0	2010	11	2500	0	2000		
0	2.5	0	4	2	1F	16		2500	ũ	4000	16	2500	0	4100		
H	-2.5	0	4	2	1E	18		-2500	0	4000	18	-2510	0	4100		
A	-4.5	12	3	0	16	24		-4500	12000	3000	2体2					
8	4.5	12	3	0	18	28		4500	12000	3000	2 2	X床槽(ne)	Y底槽(ma)	2度標(mm)		
c I	1.5	12	6			20		1500	12000	6003	28	-4500	12000	2000		
0	-1.5	12	8	1		20		-1500	12010	6000	28	4500	12000	3000		
E	-2.5	0	4	2	1E	28		-2500	ũ	4000	20	1500	12000	6000		
F	2.5	0	4	2	1F	2F		2500	0	4000	20	-1500	12000	6000		
3	2.5	0	4	2	1F	26		2500	0	4000	2E	-2500	0	4100		
H	-2.5	0	4	2	1E	28		-2500	0	4000	21	2500	0	4100		
				1		1					28	2500	0	4100		
			1	1		r					28	-2510	0	4100		

DXFかOBJボタンをクリックすれば3Dファイルを 吐き出します。

お好みの3DCAD・3Dビューワーで形状を確認く ださい。



スケッチアップ (フリーもある), Hira 3D Viewer (フリーウエア) がおすすめです。

例に慣れましたら、ご自分の図面に、図形読込か ら、ブロック図形(1A1B1C1D・・)を張り込んで、 試してください。

シートの図のように立体の奥下から反時計回りに 1A1B1C1Dと配置し、立体前下に移り、同じく反時 計回りに1E1F1G1Hと配置します。

・立体にはいろいろなパターンが考えられますので、
例を参考にいろいろ試して、わかりやすい配置法を
考えてみてください。

### 3.2 CAD基準案用テンプレートの概要・特徴・ 教材の説明

(1) CAD基準案用テンプレートの概要

CAD製図基準に沿った測量・設計・施工・維持管 理等4種の全責任主体の全工種

道路設計 8 地下構造物設計16 地下駐車場設計 4 トンネル設計24 橋梁設計 5 河川構造物設計10 海岸構造物設計 8 砂防構造物11 ダム本体設計構造物設計10 都市施設設計10

総数424枚のSXFテンプレート(Jw\_cad用) 以上ファイル総容量:16.5MB 動作環境:(windowsXP, 128M, 30G), Jw cad5.0e

以降

(2) CAD基準案用テンプレートの特徴

CAD製図基準にのっとった線色線種線幅の線の範 例および字幅字高字色の字の範例を工事の工種ごと に決められている名前をつけた各レイヤー(画層: 透明のセロファン紙に字や図をそれぞれに書き,そ れを透かして見たようなもの)に配置することによ り,全貌が一覧できるようにしました。そのレイヤ ー名は英語表記でありましたが,日本語で簡単な説 明を付しておりますので理解を容易にしていると思 います。

また,簡易な操作で,描きたい線および字の属性 を取得し,定められたレイヤーに移動させ,属性を 取得した定められた線や字の大きさ等で作図ができ ます。

これらのことにより,複雑多岐にわたる基準に沿 った,正しい書き方を容易に覚えることができます。

加えて, 簡易な操作で範例と作図場所を移動でき るので作図に専念できます。

(3) CAD基準案用テンプレート教材の説明テンプレートの使用方法



アーカイブを展開した\*.jwwはSXFテンプレートと かのフォルダーに入れておいてください。ジャン プ.JWFはJWWフォルダーに入れてください。

JWWでテンプレートファイルを開いて,環境ファ イルジャンプ.JWFを読み込んでください。

縮尺は縮尺設定で図寸固定にして、描きたい縮尺 に設定してください。 「効率的な描き方の要領」

作画するのに丁度の画面の位置で,線アイコンを クリックします。

マウスの両ボタン0時か,3時方向にドラッグを すると、図枠右上横にあるレイヤー名のところに移 動しますから、描きたいレイヤーの線をマウスの左 ボタン6時方向ドラッグで、属性を取得しておいて 再び、マウスの両ボタン左下ドラッグで先ほどの作 画位置にもどり、作画する。

文字の場合は、文字アイコンをクリックしておい て、(このときもアイコンは引っ込んでいます)

次に,書きたいレイヤーの2.5mmから10mmまでの 文字をマウスの左ボタン6時方向ドラッグで,属性 を取得して,マウスの両ボタン左下ドラッグで先ほ どの作画位置にもどり,文字を書く。

これの繰り返しで効率よく描くことができると思 います。

作図が完了すれば、テンプレート名・説明・線の 部分を消して、名前をつけてSFCファイルに保存し て、ご使用いただけます。

なお、変更があるかもしれませんので、SFCに保 存する前のJWWファイルは保存していたほうがよい でしょう。

ダム本体構造	i設計(	10)各種配筋図:RB
Reinforcing E	Bar	
レイヤ名		説明
C-BMK		構造物基準線
C-BMK-SRVR		基準となる点(測量ポイント) $_{-}$ 7 <b>1</b> $\cap$
C-BMK-HTXT		旗上げ 2.53.55.5 / IV
C-STR		主構造物外形線
C-STR-DIM		寸法線、寸法値 🚊 🚊 🧧 🕇 🛆
C-STR-TXT		文字列 2.5 3.5 5.5 / 1 1 7 1 6
C-STR-HTXT		旗上If 2.53.55.5 / Uっ 1∩
C-MTR		材料表タイトル 2.5 3.5 5.5 / ┃ ♥
C-MTR-FRAM		材料表図枠
C-MTR-TXT		文字列、数量表示文字列 2.5 3.5 つ.つ 🖊 📘 🛡
C-DCR-HCH1		ハッチング1
C-DCR-HCH2		ハッチング2
C-DCR-HCH3		ハッチング3
C-DCR-HCH4		ハッチング4
C-DCR-HCH5		ハッチング5
C-DCR-HCH6		ハッチング6
C-DCR-HCH7		ハッチング7
C-DCR-HCH8	<u> </u>	ハッチング8
C-DCR-HCH9	<u> </u>	ハッチング9
C-TTL		外枠
C-TTL-FRAM		タイトル枠
C-TTL-LINE		
C-TTL-TXT		文字列 2.5 3.3 0.0 1

都市施設設計(管路)の構造物ごとの寸法色,文字 色の使い方

8市由政設計 (3) 平面四 (智方) :PL PLan 158 橋 造 物1 138 至1 橋 造 物2 138 至1 138 五	C-BR44111 (15355.57)/10 C5R 5R 11 (15355.57)/10 C5R 5R 11 (15456548(158)) C5R 5R 11 (15456557) (15555.57) C5R 5R 11 (15557) (15555.57) C5R 5R 11 (15557) (15557) (15557) C5R 5R 11 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 11 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 11 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 68 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 5R 68 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 68 (15577) (15557) (15557) C5R 5R 68 (15577) (15577) (15577) (15577) C5R 5R 5R 68 (15577) (1577) (1577) (1577) C5R 5R 5R 68 (1577) (1577) (1577) (1577) (1577) (1577) C5R 5R 5R 68 (1577)
構造物3 <u></u> 138	
構造物431	C-SIR-SIRS C-SIRS C-SIR-SIRS C-SIR-SIRS C-SIR-SIRS C-SIRS
構造物5 <u>138</u> 	
構造物6 <u>□</u> ] ਡ <u>∎</u> 138	- 構造者ののす法線、す法値 C-STR-TIR5 - 構造者ののす法線、す法値 C-STR-STR5 - 構造者のの支字列1:53:55,57 10 C-STR-STR7 - 構造者が(その他の構造物等)
構造物7 1 1 1 1	C-STR-DINT —— 構造物7 の寸は線、寸法値 C-STR-TXTJ —— 構造物7 の文字列 25365.57 10

管路の構造物はその他の物とは違って,構造物ご との寸法色,文字色となるようです。 (その他の物 は,寸法,文字とも白色)

これを実現するために、環境ファイル

- 白寸35.JWF 白字寸法3.5mm
- 赤寸25.JWF 赤字寸法2.5mm
- 赤寸35.JWF 赤字寸法3.5mm
- 緑寸25.JWF 緑字寸法2.5mm

緑寸35.JWF 緑字寸法3.5mm を用意しました。

例えば赤字の3.5mmの寸法で書きたい場合は,ま ず,C-STR-DIM1(構造物1の寸法線,寸法値)の 赤線で左6時方向ドラッグで属性取得してレイヤー にとび,設定,環境ファイル読み込み,赤寸35.JWF を呼び込み,環境ファイルで赤色線,赤色文字にな った寸法で寸法線を書いてください。 JWW用SXFテンプレート「図枠」の使い方



JW\_CAD for Windows用のCAD製図基準に対応す る図枠テンプレートです。

抽作のJWW用SXFテンプレートのA1図枠の左余 白20mm版です。

- 1. A1 20mm.jws A1版左余白20mm
- 2. A0 20mm.jws A0版左余白20mm
- 3. A0 40mm.jws A0版左余白40mm
- 4. A2 20mm.jws A0版左余白20mm
- 5. A2 30mm.jws A0版左余白30mm
- 6. A3 20mm.jws A3版左余白20mm
- 7. A3 30mm.jws A3版左余白30mm
- 8. readme.txt 今お読みのTXT

使用方法

アーカイブを展開した\*.jwsはSXF等の名前をつけた図形フォルダーに入れておいてください。

sfc.JWFはJWWフォルダーに入れてください。 拙作のJWW用SXFテンプレートのA1図枠を消去

して,図形読取からA1 20mmを選んでください。

用紙枠の右下に右クリックで配置してください。 必ず,ブロック解除して使用してください。

A0 40mm等大きさの違うものは, 拙作テンプレートを読み込んだ後, CADの用紙をA0等に変えて, A1図枠を消去して, 貼り付けてください。

なお、レイヤー名は枠外に移動して、ジャンプ1、

ジャンプ2をご自分で設定しなおしてください。

### 4. 教材の使用状況・訓練効果

### 4.1 立体形状・諸量の把握

CADの基本実習が終わり、CADのインストラクタ ー試験の課題を終えてから、実習の総仕上げとして、 この課題を行っています。実務で想定される複雑な 構造物(流路工)の三面図を描くこと自体が難しい 課題であります。

実際の現場で想定される複雑な構造物の型枠製作, コンクリートボリューム計算や,現場説明のための 形状把握が事前にできます。

概要で示した一連の訓練を積むことにより,現場 における効率化が図かれ,応用のきく人材を育成で きます。

また,HomePage上でも閲覧できるので卒業生に も好評であります。

### 4.2 CAD基準案用テンプレート

レイヤー名や説明文の書かれた,基準の線種線色 線幅の線および,字幅字高字色の字の範例を確認し ながら作図できるので,全責任主体,全工種にわた る膨大なCAD製図基準に沿った製図技能が容易に習 得できます。

一連の訓練を積むことにより、土木の業務で必須 とされるSXF図面を迅速に作成でき、尚かつ、応用 のきく人材を育成できます。

また,HomePage上でも閲覧できるので卒業生に も好評であります。

### 5. おわりに

これらの教材は私が土木に携わったときからの心 情「今ある材料で,いかに効率よく,安価に処理す るにはどうするか」を具現化したものと言えます。 このためには頭を使うことが必要になります。単な る断片の知識で終わらさず,今あるものでも,組み 合わせることで,大きな仕事をこなせることになる と思います。今日の土木業界ではこのような知恵を 持って,乗り切っていかなくてはならない時期がき ていると,実感いたします。

また,このような知恵を多くの皆さんと共有して いきたいと念じております。今回の受賞は1つの嬉 しい契機となりました。

CADの活用も2次元から、3次元にと、照準が移 っていきつつあります。これからも土木に限らずい ろいろな方面で活用されうる技能・技術を開発すべ く精進したく思っております。これらを受けて拙宅 HomePage上では、3DCADのソリッドモデルによる 規矩術の立体化や、CADで描かれた図形の断面諸量 の自動計算等も掲載しております。

### 3DCADのソリッドモデルによる規矩術の立体化



技能グランプリの3Dモデリング途中経過



技能グランプリの3Dモデリング完成

CADで描かれた図形の断面諸量の自動計算 CAD上の任意図形の断面形状の選択



エクセルによる断面諸量の自動計算



断面諸量の書き込み



図心書込	断面諸量書込	出力設定	説明書呼出
7cm² . Σ L=29	).914cm	lnx Zo Zt ix ko kt	= 26.09cm* = 11.96cm <sup>a</sup> = 11.25cm <sup>a</sup> = 1.08cm = 0.5cm = 0.53cm

拙宅HowBankには受賞した2つの教材も (http://www.geocities.jp/me109e4jp/)のダウンロー ドに掲載しておりますので閲覧いただければ幸いで す。



<参考文献>

- 立体形状・諸量の把握の参考文献 志村ほか:AWKを256倍使うための本(アスキー出版局) 建設大工さしがね術図解(理工学社) 大村 平:行列とベクトルのはなし(日科技連) Hiramine.comの3Dファイルの解説
- CAD基準案用テンプレート参考文献 CAD製図基準平成16年6月版