midas **Civil**

建模助手-懸臂工法(FCM)橋梁 施工階段分析

台灣邁達斯 技術部製作 www.midasuser.com.tw

-	
H	



概 要	1
懸臂工法(FCM)施工順序以及階段分析	
使用材料以及容許應力 載重	6 6
設定建模環境	8
定義斷面及材料	8
使用懸臂工法建模助手建模	9
輸入模型資料	10
預應力箱型斷面資料的輸入	
預應刀鋼艇的仰直	
·m 料本 / / / · · · · · · · · · · · · · · · ·	ZZ
查看施工階段	
修改施工階段	
分解變斷面群	
運行結構分析	37
查看分析結果	38
使用圖形查看應力和內力	
使用表格查看應力	45
查看鋼腱座標	47
查看鋼腱伸長量	
查看預拱度	
查看預拱及管理圖	
查看載重組合作用下的內力	52

概要

代表性的後拉預力箱型梁橋 (PSC BOX Bridge)的施工工法一般常見的有: 推進工法(ILM)、懸臂工法(FCM)、支撑先進工法(MSS)等。懸臂工法普遍應用在 跨河、湖是由橋墩兩側方向架設懸臂構件的方法,本工法不用水上作業,也不需 要架設大量的臨設和鷹架,可以靈活使用橋下空間。另外,因為不直接與橋下河 流或道路接觸,因此被廣泛使用於高橋墩、大跨度橋梁中。

懸臂工法(FCM)和其他節塊工法一樣,各施工階段的結構體都不同,所以只 有對各施工階段做結構分析才能確定斷面大小。另外,為了正確分析混凝土材料 的時間依存特性和預應力鋼腱的預應力損失,需要前階段累加的分析結果。

透過本範例,您將學習如何使用懸臂工法建模助手建立懸臂工法(FCM)橋梁 模型以及各施工階段分析步驟,最後學習檢視各施工階段應力、預應力損失和變 形。



範例中的橋梁為懸臂工法現場澆注施工。

圖 1 分析模型(竣工後)

橋梁基本資料及斷面

橋梁基本資料如下:

橋	梁	類	型	:	三跨連續預力箱型橋(FCM)
橋	梁	長	度	:	L = 85.0 + 130.0 + 85.0 = 300.0 m
橋	梁	寬	度	:	B = 12.7 m (2車道)
歪	斜	角	度	:	90° (直橋)









圖 4 銅腱佈置簡圖

懸臂工法(FCM)施工順序以及階段分析



懸臂工法(FCM)的一般施工順序如下:

※ 本範例為三跨連續橋使用4台工作車(Form Travelers),因此不必移動工作車。

懸臂工法施工階段分析應該正確反應如上所提的施工步驟。施工階段分析中各施工階段的定義,在midas Civil裏是透過啟用(Activation)和撤除(Deactivation) 結構群、邊界群以及載重群來達成。以下將midas Civil中懸臂工法橋梁施工階段 分析的步驟整理如下。

- 1. 定義材料和斷面
- 2. 建立結構模型
- 3. 定義並建構結構群
- 4. 定義並建構邊界群
- 5. 定義載重群
- 6. 輸入載重
- 7. 佈置預應力鋼腱
- 8. 張拉鋼腱
- 9. 定義時間依存性材料特性值並連接
- 10. 運行結構分析
- 11. 確認分析結果

懸臂工法建模助手(FCM Bridge Wizard)能幫助使用者自動生成上述2~8項步驟。使用一般功能完成2~8項步驟地方法將在'使用一般功能的懸臂工法施工階段 分析'裡做詳細介紹。在本例中將介紹利用懸臂工法建模助手做懸臂工法施工階段 分析的方法。

使用材料以及容許應力

▶ 上部結構混凝土

材料強度標準值: $f'_{c} = 420 \, kg f \, / \, cm^{2}$

初始抗壓強度: $f'_{ci} = 280 \, kgf / cm^2$

彈性模數: E_c=4270 w_c^{1.5} √f'_c = 3.05x10⁵ kgf/cm²

容許應力:

容許應力	施加預應力初期	預應力長期損失後
受 壓	$f_c' = 0.55 f_{ci}' = 154 kgf/cm^2$	$f_c' = 0.4 f_c' = 168 kgf/cm^2$
受 拉	$f_t' = 0.8 \sqrt{f_{ci}'} = 13.4 kgf/cm^2$	$f_t' = 1.6 \sqrt{f_c'} = 32.8 kgf/cm^2$

▶ 下部結構混凝土

材料強度標準值:f'_c=280 kgf/cm² 彈性模數:E_c=4270 w_c^{1.5} √f'_c=2x10⁵ kgf/cm²

▶ 預應力鋼腱(KSD 7002 SWPC 7B-Φ15.2mm (0.6″ 鋼腱)

降伏強度	: $f_{py} = 160 \text{ kgf} / \text{mm}^2 \rightarrow P_y = 22.6 \text{ tonf} / \text{strand}$
抗拉強度	: $f_{pu} = 190 \text{ kgf} / \text{mm}^2 \rightarrow P_u = 26.6 \text{ tonf} / \text{strand}$
斷面面積	$: A_p = 138.7 \text{ cm}^2$
彈性模數	$: E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf} / \text{cm}^2$
施預拉力	$f_{pj} = 0.7 f_{pu} = 133 kgf / mm^2$
錨碇端滑移	$\therefore \Delta s = 6 \text{ mm}$
摩擦係數	: $\mu = 0.30 / rad$
	: $k = 0.006 / m$
容許應力:	

最大拉應力	錨碇初期(f _{po})	預應力長期損失後
$0.9f_{py} = 144 \text{ kgf} / \text{mm}^2$	$0.7f_{pu} = 133 \text{ kgf} / \text{mm}^2$	$0.8f_{py} = 128 \text{ kgf} / \text{mm}^2$

載重

- 永久載重
 自重:在程式中以自重輸入
 二期恆載 (Superimposed Dead Load)
 w=3.432tonf/m
- 預應力載重 鋼腱(φ15.2 mm×19(φ0.6"-19)) 斷面面積:A_p=1.387×19=26.353 cm² 孔道直徑:0.103 m

施拉預力:施加 70% 抗拉強度的拉力 f_{pi} = 0.7f_{pu}=13,300 kgf/cm² P_j = A_p × f_{pj}= 350.5 tonf
施拉初期的損失(由程式計算) 摩擦損失:P_(x) = P₀·e^{-(μα+kL)} 項版鋼腱: μ=0.20, k=0.001 底版鋼腱: μ=0.30, k=0.006
錨碇端滑移量: ΔI_c = 6 mm 混凝土彈性壓縮預應力損失: 損失量 ΔP_E = Δf_P·A_{SP}
預應力長期損失(由程式計算) 應力鬆弛 乾縮和潛變引起的損失
乾縮和潛變 條件 水泥:普通水泥

施加持續載重時混凝土的材齡: $t_o = 5$ 日 混凝土暴露在大氣中時的材齡: $t_s = 3$ 日 相對濕度:RH = 80% 大氣或養護溫度: T = 20 °C 適用標準: 道橋設計標準 (CEB-FIP) 混凝土乾縮應變: 由程式計算 潛變係數: 由程式計算

- ▶ 工作車(Form Traveler)載重
 - 假設工作車自重如下 P=80.0 tonf e=2.50 m M=P×e=200.0 tonf



圖 5 工作車自重

設定建模環境

以下開始進行懸臂工法橋梁的施工階段分析。 首先打開新檔案([□] New Project),並儲存為'FCM Wizard' ([■] Save)檔案。

將單位系統設為'tonf'和'm'。單位系統可以根據輸入的資料類型隨時切換。

X



● 單位系統也可以使用程式就也可以使用我式態調,狀態的按鈕(▼)選擇修改。

O Unit System	
-Length	

Length > m ; Force(Mass) > tonf ←

Length	Force (Mass)	-Heat
o m	 N (kg) 	🔿 cal
⊙ cm	○ kN (ton)	kcal
o mm	kgf (kg)	• J
⊜ ft	lbf (lb)	⊜ kJ
o in	 kips (kips/g) 	 Btu
 Celsius Note : Sele dialog box units, 	 Fahrenheit acted units are displaye es, Values are NOT cha 	d in relevant anged with
Set/Chang	ge Default Unit System	Cancel
	副后 铅定瞿仲	

定義斷面及材料

定義上部結構、下部結構及預力鋼腱的材料性質。

 ● 同時定義 多筆材料時, 使用 按 鈕 會更方便一 	Properties / I Material Properties Type > Concrete ; Code > CNS560(RC) DB > C420 ↓ ⁹ Type > Concrete ; Code > CNS560(RC) DB > C280 ↓
些。	Name (Tendon) ; Type > User Defined ; Code > None Modulus of Elasticity (2.0e7) Poisson's Ratio (0.3) Thermal Coefficient (1.0e-5) Weight Density (7.85) ↓

建模助手--懸臂工法(FCM)施工階段分析

		Material Data
		General Material ID 1 Name C420
operties Material Section Thickness		X Elasticity Data Type of Design Concrete Steel Standard D8
ID Name Type Stand 1 C420 Concrete CNS5 2 C280 Concrete CNS5 3 Tendon User Def.	ard D8 Add 50(C420 Modify 50(C280 Delete	Type of Material © Isotropic Orthotropic
	Copy Import Benumber	Steel 0.0000e+000 tonf/m*2 Moduku of Elastoty : 0.0000e+000 tonf/m*2 Posson's Ratio : 0 0 Themal Coefficient : 0.0000e+000 1/[F] Weight Density : 0 tonf/m*3
		Concrete 3.05246-1005 tonfjm^2 Poisson's Asto 5.057 1.019 Themal Confficient : 6.1111-005 jml
		Weight Density 2.4 tonf/m ∩3 Use Mass Density: 0.2447 tonf/m ∩3/g
	Close	Plasticity Data
		Thermal Transfer
		Specific Heat 0 Btu/honf*[F] Heat Conduction 0 Btu/m*rr*[F]
		Damping Rato : 0.05

圖 7 定義材料特性對話框

● 因為預應力 箱型斷面將在懸 臂工法建模助工法建築 中定義,所以不 義。 以User Type定義橋墩斷面。⁹

Properties / **I** Section Properties... DB / User 表單 Section ID (1) ; Name (Pier) 斷面形狀 > Solid Rectangle ; User > H (1.8), B (8.1) 니

	© Section Data ×
	D8/User
	Section ID 1 Solid Rectangle
Properties	Name Pier • User • DB AISC2K(US) •
Material Section Thickness ID Name Type Shape Add I Pier User SB Modify Delete Copy Import Benumber Z J It 1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.	Sect, Name Built-Up Section Get Data from Single Angle DB Name DB Name AISC2K(US) Sect, Name Image: Comparison of the section H 1.8 B 8.1 m B
	✓ Consider Shear Deformation.
	Offset : Center-Center Change Offset
	Show Calculation Results OK Cancel Apply

圖 8 定義斷面特性對話框

₩ 本範例將模

使用懸臂工法建模助手建模

懸臂工法建模助手由Model、Section、Tendon三個表單組成。

輸入模型資料

在懸臂工法建模助手的模型表單中,我們將定義材料、跨度等幾何資料、施工節塊劃分(參見圖10)、橋墩尺寸等,另外還將定義每個施工節塊的施工作業時間(12天⁹)。

反和紮筋、佈置 2. 管的時間定為	
天, 澆灌及養	Structure Wizard / <i>FCM Bridge</i>
6)时间足向5 6,因此施工一	Bridge Model Data Type > Type 1
目橋梁段的時間	Model表單
と定為12天。	Material (Girder) > 1: C420 : Material (Pier) > 2: C280
	Number of Piers 橋墩對(2): Pier Section 橋墩斷面 > 1: Pier
	Stage Duration 施工階段持續時間 (12) dav(s)
	Method > Cast in 現場湊灌
	Pier Table
	Key Segment 閉合節塊 > K1(2): K2(2)
	Pier 橋墩 > H (40) : C (4.2)
● 場 撐 段	FSM 場控法 > FSM(I) (2. 4@4.25) · FSM(R) (2. 4@4.25) ⁹
(FSM)考慮鋼腱	FCM 縣壁法 > Zone1 (12@4 75) · Zone2 (12@4 75)
的錨碇,劃分單 _	
兀。(☆ FCM Bridge Wizerd
10)	Bridge Model Data Type
	• Type1 • Type2
	Madel Retting
	FSM K1 Zone1 B Zone2 K2
選择 Radius 關	
,即可建立曲	
0	Material (Girder) 1 1: C400 V Pier Section 1 1: Pier V
	Material (Pier) 2 2: C270 💌 Stage Duration 12 🚔 day(s)
	Number of Piers 2 🔿 Method Cast-in 💌
將 Advanced	Radius : 0 m • Convex • Concave
將 Advanced 關開啟並按	Pier Table Key Segment Pier FSM
將 Advanced 關開啟並按 Advanced」,即 建立非對稱施	Pier Table Key Segment Pier FSM P.T. 14 m K1 2 m H 40 m FSM(L) 2.4@4.25 B 6 m K2 2 m C 4.2 m FSM(R) 2.4@4.25
將 Advanced 關開啟並按 advanced	Pier Table Key Segment Pier FSM P.T. 14 M K1 2 m FSM(L) 2.4@4.25 B 6 m K2 2 m C 4.2 m FSM(R) 2.4@4.25 Advanced Advanced Advanced 7one1 12@4.75 T
將 Advanced 關開啟並按 dvanced」,即 建立非對稱施 的橋梁或各跨 度不同的懸臂	Pier Table Key Segment Pier FSM P.T. 14 m K1 2 m FSM(L) 2.4@4.25 B 6 m K2 2 m FSM(L) 2.4@4.25 Advanced Advanced Zone1 12@4.75 Advanced Zone2 12@4.75

圖 9 FCM Bridge Wizard的Model表單

建模助手--懸臂工法(FCM)施工階段分析







圖 11 施工工序計畫表

懸臂工法的施工工期與橋墩、工作車數量..等有關。因為各橋墩的懸臂不是 同時施工,所以施工閉合節塊兩側懸臂混凝土材齡是不同的。由於材齡的差異, 造成潛變和乾縮以及預力損失量的差異。也就是說,施工閉合節塊時兩側的斷面 應力和變位是不同的,施工階段分析時一定要反應這種情況。

♥ 關於施工階 段時間載重功能 的使用方法, 參照"使用一法 般功 能做懸臂工法施 說明"中的 說明或參照"線上 說明"中的"Civil 功能 > Loads > Construction Stage Loads。 在 midas Civil中,透過施工階段時間載重**Time Loads for Construction Stage**³⁷功能決定構件的材料時間依存特性,閉合節塊兩側橋梁段的材齡差異, 由施工完兩橋墩的起始柱頭節塊之後,施工第一個橋梁段的時間差異來表現。

在圖11的施工排程中以一行為15天來表示施工橋梁段所需時間。第二個橋墩 比第一個晚60天施工。

點擊 Pier Table Placing... 輸入兩橋墩起始柱頭節塊的施工時間差。

Define

; 按 OK ↓

Pier Table Placing... P.T. > P.T. 2 Day (60);

ridge Model Data Type				
• Туре1 💿 Туре2				
del Section Tendon	• Pier	able Placir	Ig	×
FSH K1 Zone1	P.T. P.T. P.T. P.T.	D 1 0 2 6	ay O	Pier
Material (Pier) 2 2:	C270			day(s
Number of Piers 2	Day	:		-
Dias Tabla Kau S		Define		214
P.T. 14 m	2 08		Cancel	M(L) 2,4@4,25
B 6 m K2	2 m	C 4	.2 m	FSM(R) 2,4@4,25
Advanced	dvanced	Zone1	12@4,75	
		70002	12@4.75	n dyanced

圖 12 輸入橋墩起始節塊的施工時間差

混凝土具有時間依存性,抗壓強度、乾縮和潛變係數都隨時間而變化。材齡 越小,變化越大。在施工階段分析中,因為混凝土一般都處於早期材齡狀態,為 了正確地反映混凝土的材料時間依存特性,需要正確輸入混凝土初始材齡的資訊。 初始材齡(Initial Member Age)是指在混凝土養護完拆模後,開始施加持續載重時 的混凝土材齡。程式將利用輸入的初始材齡計算混凝土的彈性係數、乾縮係數、 潛變係數。主要構件的初始材齡從施工排程中構件的施工持續時間裏扣除組模和 紮筋所需時間而得。

點擊 Member Age..., , 輸入各主要構件的初始材齡。

- ▶ FSM 區段:60 天
 - ➢ Key Seg. 閉合節塊:10 天
 - ➢ Pier Table 柱頭節塊: 15 天
 - ➢ Segment 一般橋梁段:5 天
 - ▶ Pier 橋墩:100 天

Member Age...

FSM (60) ; Segment (5) ; Key Seg (10) Pier (100) ; Pier Table (15) ↓

Bridge Model Data Type —	X
© Type1 © Type2	2
Model Section Tendon	
FSM K1 Zone1	P.T. B Zone2 K2
	⇔ Member Age ×
Material (Girder)	FSM : <u>60</u>
Number of Piers 2	
Number of Piers 2	m Conceve
Number of Piers 2 Radius : 0	m Convex Concave
Number of Piers 2 Radius : 0 Pier Table Key P.T. 14 m K	m Concave y Segment Pier 1 2 H 40 m FSM(L) 2.4@4.25
Number of Piers 2 Radius : 0 Pier Table Key P.T. 14 M B 6 m	m Conceve y Segment Pier 12 m 2 m C 4.2 m C.4.2
Number of Piers 2 Radius : 0 Pier Table Key P.T. 14 M B 6 m Advanced 0	m Convex Concave y Segment Pier FSM 1 2 m FSM(L) 2 m C 4.2 Advanced Zone1 12@4,75
Number of Piers 2 Radius : Pier Table Key P,T, 14 m B 6 m Advanced	m Convex Concave y Segment Pier FSM 11 2 m FSM(L) 2 2 m C 4dvanced Zone1 12@4,75 Advanced

圖 13 翰入各主要構件的初始材龄

預力箱型斷面資料的輸入

 參照線上說 明 "Civil 功能 >Model>Propert ies>Tapered Sections"。 為了能承受懸臂工法施工時的彎矩和剪力,斷面一般設計成墩柱支承斷面深 於中間斷面的漸變斷面。在 FCM Bridge Wizard 中,使用者只需輸入中間斷面和 墩柱處斷面,程式將自動生成斷面深度按二次方程變化的曲線梁。⁹ 參照圖 14 的斷面圖形輸入斷面尺寸。輸入完斷面尺寸後,在 View Option 中選擇 Drawing,可以觀察到實際輸入的斷面形狀。

工作車的載重應輸入包含模板、支撐設備重量以及偏心距離。程式將自動轉 換成垂直載重和彎矩施加在懸臂末端。如果選擇考慮混凝土濕重的話,在支模和 綁筋之後(預設值為從橋梁段的施工持續時間中扣除橋梁段的初期材齡時間),程 式將自動施加混凝土濕重。在結構不變的情況下,如果已經施加工作車載重(包括 模板重量)而由於其他原因沒有立即施加混凝土濕重時,不需要另外建立施工階段, 只需利用添加步驟功能輸入一個步驟"Additional Steps"即可。⁹

♥ 關於添加步驟的 詳細事項,參見線 上說明的 "Using midas Civil> Loads > Construction Stage Analysis Data > Define Construction Stage"。

建議勾選考慮混凝土濕重,因為在應力計算上比較保守。然而,若要考慮架 上工作車的預拱則必須忽略混凝土濕重造成的變位量。此時建議不要勾選或者您 可以考慮增加一個施工階段來解決這個需求。

> Section 表單 One Cell (開) 單箱單室 H1 (0.25); H2 (2.19); H3 (0.26); H4 (0.35) H5 (0.325); H6 (0.25); H2-1 (5.9); H3-1 (0.85) B1 (2.8) ; B2 (0.45); B3 (3.1) ; B4 (1.75); B5 (1.75) B6 (1.25) Form Traveler Load 工作車載重(包含模板載重) > Include Wet Conc. (開) 考慮混凝土濕重 P(80); e(2.5)

View Option 查看選項 > Drawing 實際斷面



預力箱型梁斷面 圖 14



ត្

ନ

面。

圖 15 翰入斷面尺寸

預應力鋼腱的佈置

在Tendon表單中將輸入鋼腱在橫斷面上的位置,以及在各橋梁段錨碇的時 間與數量。輸入了鋼腱在各橫斷面上的位置以及錨碇數量後,程式將自動生成預 應力鋼腱的線形。

在建模助手中預力鋼腱在橫斷面上只能按等間距佈置。因為預力鋼腱在橫斷 面的間距對施工階段分析的結果影響不大,所以當實際鋼腱不等距時,可以輸入 各間距的平均值。

	Tendon 表單	
若不在助手	Tendon and Prestress 預應力鋼腱和預應力(開)	
P 輸入鋼腱和預	Type > One Cell	
了,可以利用功 目表 中 Tendon	H1(0.17); H2(0.32); H3(0.29); H4(0.14)	
Profile 功能 輸	W1 (0.1) ; W2 (0.1) ; W3 (0.06) ; S (0.175)	
∕ °	DX1 (0.1) ; DY1 (0.3) ; DX2 (0.1)	
	DY2 (0.3) ; DX3 (0.3) ; DY3 (0.19)	
	Tendon Number	
	Equal (開)	
N7和N8是場	N1 (7); N2 (3); N3 (6); N4 (3); N5 (2)	
撐段(FSM)段的 預力細睫數量。	N6 (7); N7 (2); N8 (5) [©]	
1只/1 3門/15 女星		-

ត្ 中 力 能 P У

ត





圖 16 邊跨預應力鋼腱的佈置





圖 17 預應力鋼腱在橫斷面方向的佈置

G 在Tendon Number 對話框中選擇 Unequal選項時,可以在各跨及橋墩中, 輸入不同的預力鋼腱 數量。

質。

以下輸入預力鋼腱的性質和張拉力。因為頂部和底部鋼腱的預力損失係數不同,所以應分開定義。鋼腱張力設定為極限強度的70%。因為底部鋼腱的錨碇位置有可能不在節塊的端部,因此我們用比例長度來輸入底部鋼腱的錨碇位置。

	Tendon Property > Top								
	Tendon Name (Top): Tendon Type > Internal(Post-tension)								
	Material > 3: Tendon								
	Total Tendon Area (0.0026353)								
	或按								
	Number of Strands (19) 」 鋼絞線根對								
● 計算預力鋼腱的鬆	Duct Diameter 孔道直徑 (0.103):								
弛係數,一般使用 CEB-FIP。您也可以	Relaxation Coefficient 鬆弛係數 (CEB-FIP 1990, 5 %) ⁹								
使用Magura's公式。	Curvature Friction Factor (0.2) 鋼腱與孔道壁的摩擦係對								
一般鋼腱常數為10, 低影弛鋼腱為45。	Wobble Friction Factor (0.001) 孔道每米長度局部偏差的摩擦係數								
	Ultimate Strength (190000) 極限強度: Yield Strength (160000) 降伏強度								
	Anchorage Slip (Draw in) 錨碇端滑動量 > Begin (0.006) : End (0.006) .」								
	Tendon Name (Bottom) : Tendon Type > Internal(Post-tension)								
	Material > 3: Tendon								
	Total Tendon Area (0.0026353)								
	或按								
	Strand Diameter > 15.2mm(0.6") ; Number of Strands (19)								
	Duct Diameter (0.103) ; Relaxation Coefficient (CEB-FIP 1990, 5 %)								
	Curvature Friction Factor (0.3)								
	Wobble Friction Factor (0.0066)								
	Ultimate Strength (190000) ; Yield Strength (160000)								
	Anchorage Slip (Draw in) > Begin (0.006) ; End (0.006)								
	Llose								
	Top 頂版鋼腱 > Top ; Bottom 底版鋼腱 > Bottom								
	Jacking Stress 張拉應力 >Top(0.7)×(Su); Bottom(0.7)×(Su)								
	Anchor Position 錨碇位置 >X: (1)								
₩ 將頂部鋼腱 春管灌漿铅定為	Top Tendon Grouting > Every(1)Stage ^ᅇ								
Every 1 Stage									
時,在灌漿後的									
下 回 他 上 盾 权 , 將 以 灌 漿 後 的 斷									
面計算斷面性									







圖 20 預應力鋼腱佈置圖(縱向)

因為彎矩隨懸臂長度增加而增大,故所需鋼腱數量也增多。因此會有一個節 塊內錨碇兩根鋼腱的情況。參照圖 **20**輸入錨碇鋼腱的數量。

	Tendon Anchorage Number 鋼腱錨碇數量
 ● 按 住 [Ctrl] 鍵,可以同時選 取多個。 	Equal (點選) Segment 橋梁段 > P.T, Seg6, Seg7, Seg8, Seg9, Seg10 [♀] Anch. Num. 錨碇數量 (2); ↓
	Bottom (Side)
	Equal (點選) ; Segment > Seg1, Seg2, Seg3, Seg4, Seg12 Anch. Num. (0) ;
	Bottom (Mid)
	Equal (點選) ; Segment > Seg1, Seg2, Seg3, Seg4, Seg12 Anch. Num. (0) ;
	Equal (點選) ; Segment > Seg5 , Seg11
	Anch. Num. (2) , ↓; Define

Top Tendon Jack	 Bottom (Side) J 	O Bottom (Mid) Ja
• Equal • Unequal Pier1 💌	• Equal • Unequal Left •	• Equal • Unequal Span2
Segment Anch.Num P.T. 2 Seg1 1 Seg2 1 Seg4 1 Seg5 1 Seg6 2 Seg7 2 Seg9 2 Seg9 2 Seg10 2 Seg11 1 Seg12 1	Segment Anch.Num Seg1 0 Seg2 0 Seg3 0 Seg4 0 Seg5 1 Seg6 1 Seg7 1 Seg8 1 Seg9 1 Seg10 1 Seg11 1 Seg12 0	Segnent Anch.Num Seg1 0 Seg2 0 Seg3 0 Seg4 0 Seg5 2 Seg6 1 Seg7 1 Seg8 1 Seg9 1 Seg10 1 Seg11 2 Seg12 0
Anch,Num : 2	Anch,Num : 0	Anch,Num : 1 Define
OK Cancel	OK Cancel	· OK Cance
Tendon Anchorage Number Top Tendon Bottom (Side) Bottom	(Mid) x : 1	 Prestressing Step Every 1 → stages

圖 21 輸入各橋梁段錨碇數量圖

若按 Save As.... 鍵可將欄位內資料儲存為Civil建模助手資料檔(*.wzd)。

輸入完所有資料之後按 OK 鍵結束 FCM Bridge Wizard,程式 將自動按輸入資訊建立模型。

確認建立的橋梁模型和預力鋼腱的佈置情況。可以利用 🦉 Zoom Window 功能和 🖾 Fitting 功能詳細確認指定部位。

IIII Point Grid (關), 🔛 Point Grid Snap (關), 🔛 Line Grid Snap (關), 使用建模助 🛃 Node Snap (開), 🗹 Element Snap (開) 手,程式將各邊 界條件定義如 下:橋梁兩端為 Roller , 橋墩基 🖳 Display 礎為Fixed。橋台 和箱梁以勁度非 Misc. 表單 常大的 Elastic Tendon Profile Point (開) J Links連接。 Boundary 表單 Supports (開); Elastic Link (開) ↓ 🔟 Fitting , 🕝 Hidden Surface (開)

ଭ



圖 22 由 FCM Bridge Wizard 生成的橋梁模型

編輯和添加資料

查看施工階段

在定義了施工階段之後,midas Civil將在兩個作業模式下(基本階段和施工階段)內運作。

在基本階段(Base)模式中,可以輸入所有結構模型資料、載重條件以及邊界條件,但不在此階段做結構分析。施工階段模式為可做結構分析的模式。在施工 階段模式中,除了各施工階段的邊界條件和載重之外,使用者不能編輯修改結構 模型。

施工階段不是由單一構件、邊界條件或載重組成的,而是將結構群、邊界群 以及載重群經過啟用和撤除處理後形成的。在施工階段模式中可以編輯處於啟用 狀態的邊界群、載重群內的邊界條件和載重條件。⁹



圖 23 各施工階段順序

依上圖23各施工階段順序,將各階段相對應啟用與撤銷的結構群、邊界群及載重 群整理如下:.

- 1. CS 1
 - 啟用墩柱 Pier 與柱頭節塊 Pier Tables 的結構群
 - 啟用邊界群組 (Support)
 - First day: 啟用 prestress, form traveler (FT) & self-weight
 - 7th day: 啟用 Segment 1 的混凝土濕重 (WC1)
- 2. CS 2
 - 啟用 Segment 1 結構群
 - First day: 撤除 FT 載重與 CS1 所啟用的混凝土濕重 (WC1);
 啟用 FT, Prestress 施拉預力
 - 7th day: 啟用 Segment 2 的混凝土濕重 (WC2)
- 3. CS 3~12: 重複 CS 2 作法
- 4. CS 13
 - 啟用 Segment 12 結構群
 - First day: 撤除 FT 載重與 CS12 所啟用的混凝土濕重 (WC12);
 - 啟用閉合節塊,FT 與 Prestress 施拉預力
 - 20th day: 啟用 Key Seg. 1 & Key Seg. 3 的混凝土濕重
- 5. CS 14
 - 啟用 Key Seg. 1,3 & FSM 1,2 結構群
 - 啟用邊界群 (FSM_Left, FSM_Right)
 - First day: 撤除 FT 載重與 Key Seg. 1 & Key Seg. 3 的混凝土濕重;
 啟用 Prestress 施拉預力
 - Last day: 啟用 time load
- 6. CS 15
 - 20th day: 啟用 Key Seg. 2 的混凝土濕重
- 7. CS 16
 - 啟用 Key Seg. 2 結構群
 - First day: 撤除 FT 載重與 Key Seg. 2 的混凝土濕重;
 - 啟用 Prestress 施拉預力
 - First day: 啟用 2nd (superimposed) dead loads 二期恆載

ଜ

利用施工階段工具列和 Works 樹狀表單中查看施工階段資訊。使用者在施 工階段工具列中選擇基本階段以外的施工階段後,可以在 Work 樹狀表單中一 目了然地查看當前施工階段中被啟用和撤除的結構群、邊界群和載重群。另外, 使用者透過在施工階段工具列中變換施工階段,可以在模型空間中即時查看施工 階段的變化情況。

在施工階段工具列中選擇各施工階段,確認各施工階段的載重。



圖 24 施工階段4的結構體系

修改施工階段

ନ

在建模助手中,我們將一個節塊的施工時間統一設定為12天。在先前圖 11 的工作排程中預定閉合塊的施工時間為30天。因此Segment 12被啟用後,施工 閉合塊的準備時間為30-10(閉合塊的初始材齡)=20天。

將Segment 12處於啟用狀態的施工階段(CS13)的施工時間修改為30天。並 載入閉合塊混凝土濕重(KeyWC1和KeyWC3),利用Additional Steps添加步驟功 能,新增一個第20天的步驟,設定濕重載入時間為第 20 天。

🔁 Hidden Surface (關)
Stage > Base [♀] ←切換到基本階段
Load / Construction Stage / 🎼 Define Construction Stage
Name > CS13 ; Modify/Show
Stage > Duration (30)
Additional Steps > Step > 1 ;
Day (20) ; ≜dd
Load 表單
Activation
Active Day > 20 day(s)
Group List > Name > KeyWC1, KeyWC3



圖 25 修改施工階段13的資訊

參照施工階段13的方法修改施工階段15。根據施工排程表,閉合塊2的施工時間為30天,故將施工階段15的施工階段持續時間修改為30天。

```
Load / Construction Stage / Define Construction Stage
Name > CS15; Modify/Show
Stage > Duration (30)
Additional Steps > Day (20); Add
Load 表單
Activation
Group List > Name > KeyWC2-1 \ KeyWC2-2
Active Day > 20 day(s) Modify
```



圖 26 修改施工階段15的資訊

當所有閉合塊的鋼腱連接完成後,要載入橋面鋪裝、欄杆、護牆等二期恆載。 假設因潛變所需的預拱量在加載二期恆載後10000天全部完成,不再變化,所以 我們把CS16的工期設為10000天。為了載入二期恆載,要先定義載重名稱與載重 群。

Load / **ICI** Static Load Case... Name (2nd); Type > Construction Stage Load Add Tree Menu / Group / Load Group 按右鍵 New... (2nd) J



圖 27 定義載重條件以及建立載重群

將二期恆載施加給預力箱型梁。二期恆載的大小為3.432 tonf/m 向下(-Z)。

Display
Load 表單
Load Case > Nodal Load (關)
Misc. 表單
Tendon Profile Point (關)
Boundary 表單
Supports (關); Elastic Link (關) ↓
 Load / Element Beam Load...
Select Window > element 1to72
Load Case Name > 2nd; Load Group Name > 2nd
Option > Add; Load Type > Uniform Loads
Direction > Global Z; Projection > No
Value > Relative; x1(0), x2(1), W(-3.432)
注意單位為 tonf/m ↓



圖 28 施加二期恆载

在施工階段16裡,啟用載重群2nd,並將施工階段16的施工時間設定為10000天。

Load / Construction Stage	/ 膧 Define	Construction Stage
Name > CS16	Modify/Show	
Stage > Duration	(10000)	
Save Result > St	tage (開) ; Add	ditional Steps (開)
Load 表單		
Group List > Nam	e > 2nd	
Activation		
Active Day	>(First)Day	ys



圖 29 修改施工階段16的資訊

確認施工階段輸入群組資訊。 Activation ("O") 啟用 Deactivation ("X") 撤除



Group Name	C	S1	C	S2	C	S3	С	S4	<u> </u>	S5	C	S6	C3	S7	C	58	C3	59	CS	\$10	CS	:11	CS	12	CS	13	CS	14	CS1	5	CS	16
oroop name	A	Т	A	Т	A	Т	A	Т	A	Т	A	Т	Α	Т	Α	Т	Α	Т	Α	Т	A	Т	Α	Т	Α	Т	A	Т	A	Т	Α	Т
Group1-0	0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Pier1	0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-1			0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-2					0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-3							0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-4									0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-5											0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-6													0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-7															0	0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-8																	0	0		0		0		0		0		0		0		0
Segment1-9																			0	0		0		0		0		0		0		0
Segment1-10																					0	0		0		0		0		0		0
Segment1-11																							0	0		0		0		0		0
Segment1-12																									0	0		0		0		0
Group2-0	0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Pier2	0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-1			0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-2					0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-3							0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-4									0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-5											0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-6													0	0		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-7															0	0		0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-8																	0	0		0		0		0		0		0		0		0
Segment2-9																			0	0		0		0		0		0		0		0
Segment2-10																					0	0		0		0		0		0		0
Segment2-11																							0	0		0		0		0		0
Segment2-12																									0	0		0		0		0
KeySeg1																											0	0		0		0
KeySeg2																															0	0
KeySeg3																											0	0		0		0
FSM1																											0	0		0		0
FSM2																											0	0		0		0
KeySegAll																																
BridgeGirder																																
SupportNode																																
\frown																																
Element /	Bo	und	lary	χL	oad	1													<										111			

圖 30 結構群啟用總表

時間依存性材料特性的定義和連接

建立了上部和下部混凝土結構的模型後,我們將定義各斷面混凝土材料的時間依存特性(乾縮係數、潛變係數、強度發展曲線)。

根據CEB-FIP的規定,當構件尺寸不同時,混凝土的乾縮係數和潛變係數將 不同。因此為了在分析時能正確考慮材料的時間依存特性,必須分別計算各構件 的材料時間特性,也就是說必須定義不同斷面的材料,並賦予材料不同的時間依 存特性值。midas Civil根據各單元的材齡自動計算材料的時間特性。使用修改單 元依存材料特性值功能,可以生成符合CEB-FIP規定的材料時間依存特性,以及 與此相對應的材料,並能以該材料特性值自動賦予各相關單元。[♀]

使用修改單元依存材料特性值功能,生成變斷面單元的乾縮係數和潛變係數, 步驟如下。

- 1. 定義CEB-FIP規定的乾縮和潛變材料特性。
- 2. 將時間依存性材料特性與實際定義的材料連接。
- 使用修改單元依存材料特性值功能,將與構件尺寸有關的係數(構件幾何 形狀指數)賦予各單元。

實行上述步驟的話,在施工階段分析中,凡是由修改單元依存材料特性值功 能修改的單元的構件幾何形狀指數,均按步驟3的結果計算乾縮和潛變(步驟1中 定義的構件幾何形狀指數將被取代)。

● 因為潛變和
 ● 乾縮係數是構整
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 ● K
 <l

 ◆ 為了自動將 材料和時間依存 性材料特性 接起來,應該 用DB/User 類型 或PSC 類型定義 斷面特性值。
 參照以下資料設定時間依存材料特性值。

- ▶ 28天強度 : f'_c = 420 kgf/cm² (預應力箱型梁), 280 kgf/cm² (橋墩)
- ▶ 相對濕度 : RH = 80 %
- ▶ 幾何形狀指數:(1) 可先輸入任意值,隨後會取代
- ▶ 混凝土種類 : 普通混凝土 (N.R)
- ▶ 拆模時間 : 3天

Properties / Time Dependent Material / I Creep/Shrinkage

	Add									
	Name(C420); Code > CEB-FIP(1990)									
 f_{ck}與國內常 H的28天混凝土 強度(f'c)相同。 	Characteristic compressive strength of concrete at the age of 28 days (f _{ck}) (4200) $^{ m \Theta}$									
	Relative Humidity of ambient (40~99) (80) 相對溼度									
	Notational size of member 構件幾何形狀指數 (1)									
	Type of cement > Normal or rapid hardening cement (N, R)									
	Age of concrete at the beginning of shrinkage (3) → 拆模時間									
Q 收98工改产	Name (C280) ; Code > CEB-FIP(1990)									
换算成目前使用	Characteristic compressive strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}) (2800) §									
的單位系統後再 輸入。	Relative Humidity of ambient $(40 \sim 99)$ (80)									
	Notational size of member 構件幾何形狀指數 (1)									
	Type of cement > Normal or rapid hardening cement (N, R)									

Age of concrete at the beginning of shrinkage (3)



圖 31 定義潛變和乾縮材料特性

混凝土材料具有隨時間的發展逐漸硬化的特性,本範例使用CEB-FIP規定的 混凝土強度發展曲線來模擬混凝土材料強度隨時間變化的特性。輸入的數值參見 定義乾縮和潛變時輸入的數值。

Pr	operties / Time Dependent Material / 🔲 Comp. Strength
Ad	ld
	Name (C420) ; Type > Code
	Development of Strength > Code > CEB-FIP(1990)
C	concrete Compressive Strength at 28 Days(f _{ck}) (4200)
	Cement Type(s) (N, R : 0.25) → Redraw Graph
Ad	d
	Name (C280) ; Type > Code
	Development of Strength > Code > CEB-FIP(1990)
	Concrete Compressive Strength at 28 Days(f_{ck}) (2800)
	Cement Type(s) (N, R : 0.25)

ត

f_{ck}與國內常
 用的28天混凝土
 強度(f'c)相同。



圖 32 定義隨時間變化的強度發展函數

Properties / Time Dependent Material / 🐁	Material Link
Time Dependent Material Type	
Creep/Shrinkage > C420	
Comp. Strength > C420	
Select Material to Assign > Materials >	
1:C420 Delected Materials	Add / Modify
Time Dependent Material Type	
Creep/Shrinkage > C280	
Comp. Strength > C280	
Select Material to Assign > Materials >	
2:C280 Delected Materials	Add / Modify

將時間依存性材料特性連接到對應的材料性質上。

The Depender		
-Time Depender	at Matorial Turno	
- Time Depender		
Creep/Shrinkaq		
Comp. Strengt	NONE <u> </u>	
Select Material	to Assign	
Materials	Selected	
Hatehala	Materials	
1:C420		
2:C280 3:Tendon		
	>	
	<	
Operation		
Add / Modi	ify Delete	
No Mat	Creep/ Comp	
1 C420	C420 C420	
2 C280	C280 C280	
•	4 111	

圖 33 連接時間依存材料特性和材料

如果使用Change Element Dependent Material 修改單元依存材料特性值 功能,輸入構件的幾何形狀指數h(構件的幾何形狀尺寸),在定義時間依存性材料 特性時輸入的幾何形狀尺寸h,將被修改單元依存材料特性值中定義的各單元的 幾何形狀尺寸替代,程式將使用替代後的h計算乾縮和潛變。

· 算動的(h)縮中使將形縮 選擇由各形使變,和;用以狀和 動式斷指於計算,而put",的計 動式斷指於計算, 前自面數乾算, 前自面數乾算, 前自面數乾算, 前 時 計 自 面數乾算, 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	Properties / Time Dependent Material / Dependent Material / Change Property Select All Option > Add/Replace Element Dependent Material Notational Size of Member > Auto Calculate - J Code>CEB-FIP(1990) ApplyJ
	Tree MenuPNodeElementBoundaryMassLoadChangeElementDependentMaterialPrcStartNumber:84ElementNodeNumber:77OptionOptionOpteteDeleteElementDependentMaterialNotional Size of MemberInputAutoCalculateh:0mCode :CEB-FIP(1990)The fomula ish = 2* Ac / uu = Lo + a*Lia :0.5

ត្

圖 34 輸入構件的幾何形狀指數

Apply

Close

分解變斷面群

使用建模助手中的變斷面群功能,可以自動生成變斷面單元。在變斷面群功 能中,使用者只需輸入兩個端部斷面,程式將自動計算出內部變斷面各分段位置 對應的斷面特性值。

midas Civil在分析具有變斷面群的結構模型時,其分析之前要重新計算變斷 面群內各構件單元的斷面特性值,然後生成分析資料,從而進行分析求解。因此, 若能在結構分析之前將變斷面群分解後將斷面資料直接賦予各構件單元,將會縮 短運算分析時間。

● 在下部的列
 表框中選擇
 TSGroup1~4。

Properties / W Tapered Section Group Group Name > TSGroup1 ~ TSGroup4 Start Element Number (1) ⁹ J

Convert to Tapered Section...

● 根據變斷面 群的分解,輸入 生成新變斷面資 料的起始號碼。

	Civil 2016 - [E:\05_Training\FCM_2016_TW] - [MIDAS/Civil]	- 0 %
View Structure Node/Element	Properties Boundary Load Analysis Results PSC Pushover Design Rating Query Tools	🛱 Help Y = 👻 X
User Define Change Prop	erty 🛃 🗉 🛐 🖓 💷 🖬 🛶 🗟 Hinelastic Hinge *	
Material Comp. Strength	Plastic Section Section Plate Stiffness Tapered Section for Thickness Moment Material Brogettise Managers Code Battor Code Battore Code Battore	
Material Time Dependent Material	Plastic Section Inelastic Properties Tables	
Í ← · → · Ì 🕮 🎼 🛣 🖬 K 🛞 I 🗹 🖽	। फ फ ⊛ । 👻 🔹 🛣 secoss 🔄 🖄 छ छ 🖛 ▷ 🍇 । छों 🖾 👁 🕞 🔍 🔍 🔍 🔍 🔍 🔍 🔍 🔍 🔍	X 🕈 🗣 🖸 🗖 関
Tree Menu 🔹 🗙	Hi Base	\$0 0 12
Node Element Boundary Mass Load		100
Ferent List :		R
54to65		
Section Shape Variation		
z-Axis	and the second se	
Symmetric Plane		
From : Oi I		
Distance : 0 m		
y-Axis	1	
Unear O Polynomial 2 0 Symmetric Plane		
From: i j	Convert To Tanezed Section	
Distance : 0 m		
\frown	New Start Section Number : 1	
Name Element List	Use New Section Name Suffix	
TSGroup1 8to19 TSGroup2 23to34	Start Suffix Number: 1	
TSGroup3 39to50	OK Cancel	
T5Group4 548065		
<pre></pre>		
Operations		Þ
Add Modify Delete	IError] Group we was not selected!	* ×
Convert to Tapered Section	[Error] Groy Mame was not selected!	
Close		×
Tree Menu Task Pane	22 (₹ (> >) Command Message /	>
For Help, press F1	Node-75 U:76.9.0.0 G:76.9.0.0 toaf ∨ m ∨ 🐼 🗠 movi ∨ ?	0 1 2

圖 35 分解變斷面群

運行結構分析

ត្

建立了結構模型和施工階段資料之後,分析之前需決定在施工階段分析中是 否考慮時間依存材料特性、是否考慮預力鋼腱的預力損失量,並且要輸入潛變計 算所需的收斂條件和計算迭代次數。

	Analysis / Construction Stage Analysis Control							
	Final Stage > Last Stage							
	Analysis Option > Include Time Dependent Effects (開) - 考慮時間依存特性							
	Time Dependent Effects Control							
	Creep & Shrinkage (開) ; Type > Creep & Shrinkage							
	Convergence for Creep Iteration 潛變計算收斂控制							
	Number of Iterations 迭代計算次數 (5) ; Tolerance 收斂誤差 (0.01)							
》 當施工時間 很長時,使用者 可以打開自動劃	Auto Time Step Generation for Large Time Gap (開) *							
	- 對於較大的時間間隔自動劃分時間步驟							
分時間步驟選	Tendon Tension Loss Effect (Creep & Shrinkage) (開)							
頃,程式將自動 劃分時間步驟。	- 鋼腱預應力損失 (潛變和乾縮)							
	Variation of Comp. Strength (開) 抗壓強度的變化							
	Tendon Tension Loss Effect (Elastic Shortening) (用) ↓							
	- 鋼艇預應刀損失 (弹性乾縮) Beam Section Property Changes>Change with Tendon 反映鋼腱勁度變化							
	Save Output of Current Stage (Beam/Truss) (on) ↓ 储存结果							

	Construction Stage Analysis Control Data	
me Dependent Effect Control	Final Stage Other Stage CS1	Cable-Pretension Force Control Internal Force Add Replace
Time Dependent Effect Type Orcep Orcep Ostrinkage Creep Convergence for Creep Iteration Number of Iterations: During the stores: Number of Iterations: During the stores: During t	Restart Construction Stage Analysis Select Stages for Restart Analysis Option Include Nonlinear Analysis Nonlinear Analysis Control Accurrentation Stage	Initial Force Control Convert Final Stage Member Forces to Initial Forces for Post C.S. Truss Beam Change Cable Element to Equivalent Truss Element for PostCS
Only User's Creep Coefficient Internal Time Step for Creep : 2 Auto Time Step Generation for Large Time Gap T : Time Gap 7 T > 1000 7 T > 10000 20 Y Tendon Tension Loss Effect (Creep & Shrinkage)	Include Equilibrium Element Nodal Forces Include Equilibrium Element Nodal Forces Include Time Dependent Effect Only P-Delta Analysis Control Include Time Dependent Effect Time Dependent Effect Control Load Cases to be Distinguished from Dead Load for C,S, Output Load Case : SelfWeight T Load Case	Apply Initial Member Force to C.S. Initial Tangent Displacement for Erected Structures All Group Lack-of-Fit Force Control Group1-0 Consider Stress Decrease at Lead Length Zone by Post-tension
□ Constant ☑ Variation of Comp. Strength ☐ Apply Time Dependent Effect (Elastic Modulus to Post C.S ☑ Tendon Tension Loss Effect (Elastic Shortening) ④ Change with Variation of Tendon Force ○ Constant	Load Type for C.S. (Erection Load) : Dead Load of Wearing Surface	Enerrinerpolation Constant: Stress + Beam Section Property Changes Constant Change with Tendon Frame Output Calculate Concurrent Forces of Frame Calculate Output of Each Part of Composite Section
		Save Output of Current Stage(Beam/Truss) Remove Construction Stage Analysis Control Data OK Canc

圖 36 設置施工階段分析考慮事項

當結構建模和施工階段設定以及分析選項均完成後,開始運行結構分析。

Analysis /	5	Perform Analysis
------------	---	------------------

查看分析結果

確認施工階段分析結果的方法有兩種,即確認所有構件在指定施工階段的應 力以及位移的方法¹ 和確認指定構件單元在各施工階段的應力以及位移的變化的 方法¹。

在midas Civil中,使用者可以運用上述兩種方法以圖形和表格的形式查看施 工階段分析結果。

使用圖形查看應力和內力

使用圖形查看施工階段13,主梁下緣壓應力。

● 在懸臂工
▲ 在態間
● 在建
● 在建
● 不建
● 不能
<

♀ 參見On Line

Diagram"

Help 的 "Results > Bridge Girder

● 選擇軸力、 灣矩My,
灣矩Mz
時,可以確認斷
面上下翼緣和左右端的應力。

Stage > CS13
Results / Bridge Girder Diagrams
Step > First Step ; User Step
Load Case/Load Combination > CS : Summation
Type > stress ; X-Axis Type > Node
Bridge Girder Elem. Group > Bridge Girder [@]
Components > Combined ; 3(+y,-z)
Draw Allowable Stress Line (開) > Comp. 抗壓強度(1600);
Tens. 抗拉強度(320) ⁹
Generation Option>Current Stage-Step ↓



圖 37 施工階段13時梁下緣的壓應力圖形

如果要詳細查看指定位置的應力圖形,將滑鼠放在圖形的指定位置按住滑鼠 拖曳,則滑鼠滑過的範圍將被放大。在圖形中按滑鼠右鍵選擇全部放大則圖形將 恢復到最初狀態。



圖 38 放大應力圖形

使用 Results > Stage/Step History Graph 功能查看起始節塊端部(桿件19的i 端)在各施工階段的應力變化圖形。





圖 39 各施工階段應力變化圖形

在 施工階段/步驟歷時圖形上按滑鼠右鍵,將開啟關聯功能表。使用關聯功能 表中以文字檔形式儲存圖形功能將各施工階段應力的變化儲存為文字檔形式。

Save Graph as Text 以文字檔形式儲存圖形 File Name (N) (Stress History) →



圖 40 以文字檔形式儲存各施工階段的應力

也可使用Dynamic Report Chart來儲存此圖表,可直接使用於動態報表產生器中,與分析結果同步更新,減少報告書替換圖檔的工作。

Dynamic Report Chart Name (Stress History) →



圖 41 儲存Dynamic Report Chart

 Tools > Dynamic Report Generator > New Document
 Civil開啟Word程式

 Tree menu > Report > Charts
 將Stress History拖曳至Word中

 ~

圖 42 使用Dynamic Report Generator 開啟Word



圖 43 將Dynamic Report Chart拖曳插入Word中

使用 Results > Stage/Step History Graph 功能查看起始節塊端部(桿件19的i 端)各施工階段內力變化圖形。



圖 44 各施工階段構件內力圖形

表格查看應力

表格查看施工階段分析結果時,可以利用**Records Activation**對話框按單元、 載重、施工階段、單元上應力輸出位置等分類查看。使用表格查看起始節塊端部 各施工階段應力的變化。

Results / Tables / Result Tables / Beam / **W** Stress... Node or Element > Element (19) Load case/Combination > Summation(CS) (開) Stage/Step > CS1:001(first) ~ CS16:002(last) (開) [♀] Part Number > Part i (開) ↓

	Elem	Load	Stage	Step	Part	Axial (tonf/m®)	Shear~y (tont/m≇)	Shear-z (tont/m#)	Bend(+y) (tonf/m®)	Bend(-y) (tont/m®)	Bend(+z) (tonf/mª)	Bend(-z) (tont/mª)	Cb(min/max) (tont/mª)	Cb1(-y+z) (tont/mª)	Cb2(+y+z) (tonf/mª)	Cb3(+y-z) (tonf/m*)	Cb4(-y-z) (tont/mª)	^
•	19	Summati	CS1	001(first	l[19]	-9,14e+001	0,00e+000	-3,04e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,41e+002	1,26e+002	-2,33e+002	-2,33e+002	-2,33e+002	3,46e+001	3,46e+001	
	19	Summati	CS1	002(user	[19]	-9,15e+001	0,00e+000	6,18e+000	0,00e+000	0,00e+000	-1,24e+002	1,11e+002	-2,16e+002	-2,16e+002	-2,16e+002	1,92e+001	1,92e+001	
	19	Summati	CS1	003(last)	1[19]	-9,13e+001	0,00e+000	6,28e+000	0,00e+000	0,00e+000	-1,24e+002	1,10e+002	-2,15e+002	-2,15e+002	-2,15e+002	1,91e+001	1,91e+001	
	19	Summati	CS2	001(first	I[19]	-1,37e+002	0,00e+000	-8,16e+000	0,00e+000	0,00e+000	-1,85e+002	1,66e+002	-3,23e+002	-3,23e+002	-3,23e+002	2,85e+001	2,85e+001	
	19	Summati	CS2	002(user	I[19]	-1,38e+002	0,00e+000	2,52e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,43e+002	1,28e+002	-2,81e+002	-2,81e+002	-2,81e+002	-9,67e+000	-9,67e+000	
	19	Summati	CS2	003(last)	I[19]	-1,38e+002	0,00e+000	2,52e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,43e+002	1,28e+002	-2,81e+002	-2,81e+002	-2,81e+002	-9,75e+000	-9,75e+000	
	19	Summati	CS3	001(first	I[19]	-1,84e+002	0,00e+000	1,09e+001	0,00e+000	0,00e+000	-2,05e+002	1,84e+002	-3,89e+002	-3,89e+002	-3,89e+002	-1,61e-002	-1,61e-002	
_	19	Summati	CS3	002(user	1[19]	-1,84e+002	0,00e+000	4,16e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,42e+002	1,27e+002	-3,26e+002	-3,26e+002	-3,26e+002	-5,77e+001	-5,77e+001	
_	19	Summati	CS3	003(last)	1[19]	-1,84e+002	0,00e+000	4,16e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,41e+002	1,26e+002	-3,26e+002	-3,26e+002	-3,26e+002	-5,78e+001	-5,78e+001	
	19	Summati	CS4	001(first	I[19]	-2,30e+002	0,00e+000	2,76e+001	0,00e+000	0,00e+000	-2,06e+002	1,85e+002	-4,35e+002	-4,35e+002	-4,35e+002	-4,48e+001	-4,48e+001	
	19	Summati	CS4	002(user	1[19]	-2,30e+002	0,00e+000	5,60e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,25e+002	1,11e+002	-3,55e+002	-3,55e+002	-3,55e+002	-1,19e+002	-1,19e+002	
	19	Summati	CS4	003(last)	1[19]	-2,30e+002	0,00e+000	5,60e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,25e+002	1,11e+002	-3,55e+002	-3,55e+002	-3,55e+002	-1,19e+002	-1,19e+002	
_	19	Summati	CS5	001(first	1[19]	-2,75e+002	0,00e+000	4,22e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,88e+002	1,69e+002	-4,63e+002	-4,63e+002	-4,63e+002	-1,06e+002	-1,06e+002	
_	19	Summati	CS5	002(user	1[19]	-2,76e+002	0,00e+000	6,85e+001	0,00e+000	0,00e+000	-9,19e+001	8,11e+001	-3,68e+002	-3,68e+002	-3,68e+002	-1,95e+002	-1,95e+002	11
_	19	Summati	CS5	003(last)	1[19]	-2,76e+002	0,00e+000	6,86e+001	0,00e+000	0,00e+000	-9,18e+001	8,10e+001	-3,68e+002	-3,68e+002	-3,68e+002	-1,95e+002	-1,95e+002	
_	19	Summati	CS6	001(first	[[19]	-3,21e+002	0,00e+000	5,48e+001	0,00e+000	0,00e+000	-1,51e+002	1,35e+002	-4,72e+002	-4,72e+002	-4,72e+002	-1,85e+002	-1,85e+002	
_	19	Summati	CS6	002(1		Floor					101.000				-3,64e+002	-2,87e+002	-2,87e+002	
_	19	Summati	CS6	003(1	wode or	Element			LOBOCASE/CO	moination	9	rade/2460		Part Number	-3,64e+002	-2,87e+002	-2,87e+002	
-	19	Summati	CS7	001(1	Al	None	Inverse	Prev	Dead Load(CS)		CSC 003(last		Part I	-5,84e+002	-2,55e+002	-2,55e+002	
_	19	Summati	CS7	002(1	Element	19)		Tendon Prin	nary(CS)		S7:002(use	0	Part 2/4	-4,63e+002	-3,68e+002	-3,68e+002	
_	19	Summati	CS7	003(1	Salart 1	Tune	/		Tendon Sec	ondary(CS)		CS7:003(last		Part 3/4	-4,62e+002	-3,68e+002	-3,68e+002	
_	19	Summati	CS8	001(1	Elemen	r Tupe		A41	Creep Prima	kry(CS)		CS8:001(first]Pat j	-6,75e+002	-3,38e+002	-3,38e+002	
_	19	Summati	CS8	002(1	TELEC				Shrinkage P	rimary(CS)		CS8:003(last	5″		-5,44e+UU2	-4,62e+UU2	-4,62e+002	
_	19	Summati	CS8	003(1	BEAM		100	Delete	Contraste S	econoaryco		CS9:001(first			-5,43e+002	-4,62e+002	-4,62e+002	
_	19	Summati	CS9	001(1	PLATE	STRESS	18	eclace	2Summation(CS)		CS9.002(use	(1)		-7,49e+002	-4,33e+UU2	-4,33e+002	
_	19	Summati	CS9	002(1	PLANE	STRAIN						CS10:001(frs	0		-6,08e+002	-5,688+002	-5,588+002	
-	19	Summati	CS9 0010	003(1	SOUD	TRUSS	24	tersect				CS10:002(up	er1)		-6,080+002	-5,688+002	-5,588+002	
_	19	Summati	CS10	001(1	COMP	TRUSS	- 11					CS10:003(las	0		-8,098+002	-5,388+002	-5,388+002	
_	19	Summati	CS10	002(1							l li	CS11:002(up)	0 er1)		-6,598+002	-6,858+002	-6,858+002	
_	19	Summati	CS10	003(1								CS11:003(las	0		-6,598+002	-6,85e+002	-6,858+002	
_	19	Summati	0011	001(1								CS12:001(frs	0		-8,528+002	-6,568+002	*6,556*002	
-	19	Summati	0011	002(1								CS12:008(1a)	eri) 0		-6,528+002	-8,15e+002	*8,158*002	
_	19	Summati	CS11	003(1								CS13:001(firs	ŏ		-6,92e+002	-8,15e+002	-8,15e+002	
-	19	Summati	CS12	001(1								CS13:002(us)	er1)		-7,80e+002	-8,08e+002	-8,08e+002	
_	19	Summati	CS12	002(1								CS13:003(1a)			-6,11e+002	-9,81e+002	-9,81e+002	
_	19	Summati	CS12	003(1							Ľ	CS15:001(frs	ŏ III		-6,12e+002	-9,81e+002	-9,81e+002	
4.1	19	Summati	CS13	001(1								CS15:002(up	er1)		-6,98e+002	-9,72e+002	-9,72e+002	×
1,]/pear	i sues	s/	- 1								CS15:003(1as	2					/
												CS16:002(las	¥					
												Mir/N						
				- 10	1				_			Mit/Maxmi	· •					
				- 1								31	OK	Cancel	2			

圖 45 各施工階段應力表格

₩ 住 Shift 鍵 選 擇 CS1 和 CS16,則CS1 和CS16之間 所有施工階段 將同時被選 取。 Result Tables的所有表格都可以建立Dynamic Report Table,可直接使用於動態報表產生器中,與分析結果同步更新,減少報告書替換報表的工作。

在表格中按滑鼠右鍵,選取Dynamic Report Table Name > Element19 Stress Components > Elem(開); Load(開); Stage(開); Step(開); Part(開); Axial(開); Shear-y(開); Shear-z(閉); Bend(+y)(開); Bend(-y)(開); Bend(+z)(開); Bend(-z)(開); Cb(min/max)(開); Cb1(-y+z)(開); Cb2(+y+z)(開); Cb3(+y-z)(開); Cb4(-y-z)(開) Tree menu > Report > Tables > User Defined Tables 將Element19 Stress拖曳至Word中



圖 46 選擇想要保留的資料項目



圖 47 將報表拖曳進動態報告書中

查看預應力的損失

查看各施工階段鋼腱在考慮預應力損失後的張力變化。因為鋼腱隨時間預力 損失的圖形對話框中,只能查看目前施工階段的鋼腱,所以為了查看指定的鋼腱, 首先要切換到該鋼腱的施工階段,然後選擇鋼腱隨時間預應力損失圖形。鋼腱在 各施工階段張力的變化可以點擊圖示用動畫查看。

Stage > CS16

Tendon > Top1-1

Results / Tendon Time-dependent Loss Graph ...



Animate

圖 48 預應力損失圖形

查看鋼腱座標

在midas Civil中可以用表格查看鋼腱單元四等分點的座標。

Results / Result Tables / Tendon / Tendon Coordinates...

	Tendon Name	No	× (m)	(m)	2 (m)
•	Bot01-01	0	139,5000	0,0000	47,0000
	Bot01-01	1	0,0000	-2,8000	-2,0265
	Bot01-01	2	1,1875	-2,8962	-2,1345
	Bot01-01	3	2,3750	-2,9822	-2,2387
	Bot01-01	4	3,5625	-3,0498	-2,3341
	Bot01-01	5	4,7500	-3,0940	-2,4100
	Bot01-01	6	5,9375	-3,1145	-2,4411
	Bot01-01	7	7,1250	-3,1182	-2,4100
	Bot01-01	8	8,3125	-3,1102	-2,4013
	Bot01-01	9	9,5000	-3,0940	-2,4100
	Bot01-01	10	9,7500	-3,0902	-2,4104
	Bot01-01	11	10,0000	-3,0865	-2,4100
	Bot01-01	12	10,2500	-3,0836	-2,4099
	Bot01-01	13	10,5000	-3,0824	-2,4100
	Bot01-01	14	10,7500	-3,0836	-2,4099
	Bot01-01	15	11,0000	-3,0865	-2,4100
	Bot01-01	16	11,2500	-3,0902	-2,4104
	Bot01-01	17	11,5000	-3,0940	-2,4100
	Bot01-01	18	12,6875	-3,1102	-2,4013
	Bot01-01	19	13,8750	-3,1182	-2,4100
	Bot01-01	20	15,0625	-3,1145	-2,4411
	Bot01-01	21	16,2500	-3,0940	-2,4100
	Bot01-01	22	17,4375 -3,	-3,0498	-2,3341
	Bot01-01	23	18,6250	-2,9822	-2,2387
	Bot01-01	24	19,8125	-2,8962	-2,1345
	Bot01-01	25	21,0000	-2,8000	-2,0265
	Bot01-02	0	139,5000	0,0000	47,0000
	Bot01-02	1	0,0000	2,8000	-2,0265
	Bot01-02	2	1,1875	2,8962	-2,1345
	Bot01-02	3	2,3750	2,9822	-2,2387
	Bot01-02	4	3,5625	3,0498	-2,3341
	Bot01-02	5	4,7500	3,0940	-2,4100
	Bot01-02	6	5,9375	3,1145	-2,4411
	Bot01-02	7	7,1250	3,1182	-2,4100
	Bot01-02	8	8,3125	3,1102	-2,4013
	Bot01-02	9	9,5000	3,0940	-2,4100
	Bot01-02	10	9.7500	3.0902	-2.4104

圖 49 銅腱座標表格

查看鋼腱伸長量

使用表格查看鋼腱的伸長量。

				Tendon E	longation	Element E	longation	Summation		
	Tendon Name	Stage	Step	Begin (m)	End (m)	Begin (m)	End (m)	Begin (m)	End (m)	
•	Bot01-01	CS16	001(first	0,0000	0,1341	0,0000	0,0002	0,0000	0,1343	
	Bot01-02	CS16	001(first	0,1341	0,0000	0,0002	0,0000	0,1343	0,0000	
	Bot01-03	CS16	001(first	0,1357	0,0060	0,0002	0,0000	0,1360	0,0060	
	Bot01-04	CS16	001(first	0,1357	0,0060	0,0002	0,0000	0,1360	0,0060	
	Bot01-05	CS16	001(first	0,1928	0,0064	0,0003	0,0000	0,1931	0,0065	
	Bot01-06	CS16	001(first	0,1928	0,0064	0,0003	0,0000	0,1931	0,0065	
	Bot01-07	CS16	001(first	0,2536	0,0071	0,0004	0,0000	0,2540	0,0071	
	Bot01-08	CS16	001(first	0,2536	0,0071	0,0004	0,0000	0,2540	0,0071	
	Bot01-09	CS16	001(first	0,3114	0,0092	0,0005	0,0000	0,3119	0,0092	
	Bot01-10	CS16	001(first	0,3114	0,0092	0,0005	0,0000	0,3119	0,0092	
	Bot01-11	CS16	001(first	0,3622	0,0128	0,0006	0,0000	0,3628	0,0128	
	Bot01-12	CS16	001(first	0,3622	0,0128	0,0006	0,0000	0,3628	0,0128	
	Bot01-13	CS16	001(first	0,4103	0,0169	0,0007	0,0000	0,4109	0,0169	
	Bot01-14	CS16	001(first	0,4103	0,0169	0,0007	0,0000	0,4109	0,0169	
	Bot01-15	CS16	001(first	0,4556	0,0212	0,0007	0,0000	0,4563	0,0213	
	Bot01-16	CS16	001(first	0,4556	0,0212	0,0007	0,0000	0,4563	0,0213	
	Bot01-17	CS16	001(first	0,4504	0,0219	0,0007	0,0000	0,4511	0,0219	
	Bot01-18	CS16	001(first	0,4504	0,0219	0,0007	0,0000	0,4511	0,0219	
	FSMBot1-01	CS14	001(last)	0,0000	0,1946	0,0000	0,0003	0,0000	0,1949	
	FSMBot1-02	CS14	001(last)	0,0000	0,1946	0,0000	0,0003	0,0000	0,1949	
	FSMBot1-03	CS14	001(last)	0,0000	0,2281	0,0000	0,0004	0,0000	0,2285	
	FSMBot1-04	CS14	001(last)	0,0000	0,2281	0,0000	0,0004	0,0000	0,2285	
	FSMBot1-05	CS14	001(last)	0,0000	0,2515	0,0000	0,0004	0,0000	0,2520	
	FSMBot1-06	CS14	001(last)	0,0000	0,2515	0,0000	0,0004	0,0000	0,2520	
	FSMBot1-07	CS14	001(last)	0,0000	0,2824	0,0000	0,0005	0,0000	0,2829	
	FSMBot1-08	CS14	001(last)	0,0000	0,2824	0,0000	0,0005	0,0000	0,2829	
	FSMBot1-09	CS14	001(last)	0,0000	0,2983	0,0000	0,0005	0,0000	0,2988	
	FSMBot1-10	CS14	001(last)	0,0000	0,2983	0,0000	0,0005	0,0000	0,2988	
	FSMBot1-11	CS14	001(last)	0,0000	0,2961	0,0000	0,0005	0,0000	0,2966	
	FSMBot1-12	CS14	001(last)	0,0000	0,2961	0,0000	0,0005	0,0000	0,2966	
	FSMBot1-13	CS14	001(last)	0,0000	0,2938	0,0000	0,0005	0,0000	0,2943	
	FSMBot1-14	CS14	001(last)	0,0000	0,2938	0,0000	0,0005	0,0000	0,2943	
	FSMBot2-01	CS14	001(last)	0,0000	0,1946	0,0000	0,0003	0,0000	0,1949	
	FSMBot2-02	CS14	001(last)	0,0000	0,1946	0,0000	0,0003	0,0000	0,1949	
	FSMBot2-03	CS14	001(last)	0,0000	0,2281	0,0000	0,0004	0,0000	0,2285	
_	ESHPAT2-04	CC14	001(loot)	0.0000	0.0091	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	

圖 50 銅腱伸長量表格

查看鋼腱佈置

使用表格查看施工階段下鋼腱群(Tendon Group)的有效預應力。 表格中將列出鋼腱群心到斷面中心的距離、位置資訊等。

Results / Result Tables / Tendon / Tendon Arrangement...

Elem	Part	Tendon Number	Yp (m)	Zp (m)	Average Sin θ ([deg])	Average Cos θ ([deg])	Average Stress (tonf/m®)	Average Force (tonf)
'he arrai	ngement	dete for tend	lon group	[Top-P 1-1]	et the stage of [CS1		,	
Fendon (Group	Top-P 1-1	$\mathbf{>}$	Stage	CS1	Apply		
7	I	U	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
7	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
8	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
8	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
9	L	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
9	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
10	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
10	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
11	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
11	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
12	L	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
12	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
13	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
13	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
14	I.	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
14	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
15	l .	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
15	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
16	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
16	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
17	I	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
17	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
18	1	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
18	J	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
19	I	2	-3,3250	3,0213	0,1283	0,9917	126400,1904	333,1024
19	J	2	-3,3250	3,5389	0,1283	0,9917	124233,5559	327,392
20	I.	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	124242,2812	327,415
20	J	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	124173,3807	327,234
21	L	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	124173,0406	327,233
21	J	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	123618,5179	325,771
22	I	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	123618,8587	325,772
22	J	2	-3,3250	3,5389	0,0000	1,0000	123450,1064	325,328
23	1	2	-3,3250	3,5389	-0,1283	-0,9917	123441,3668	325,305
23	J	2	-3,3250	3,0213	-0,1283	-0,9917	120877,7635	318,549
Tendo	on Arra	angemenet	(Tendo	n Group))/			<
dol Viev	/ Tend	lon Flongation	Recult-	Tondon A	rrangement (Tende	n Groun)]/		
		ion ciongation	Aresult-	Liendon A	rangement (renut	si aloup/J		
a Münda	w							

圖 51 銅腱佈置表格

查看鋼腱預力損失

0

使用表格查看因摩擦、錨碇滑移、彈性縮短、潛變與乾縮、鬆弛等影響造成 的預力損失。

Results / Result Tables / Tendon / Tendon Loss...

Elem	Part	Stress (After Immediate Loss) : A (tonf/m ^e)	Elastic Deform, Loss : B (tont/m*)	Stress(Elasti c Loss)/ Stress(Immed iate Loss)	Creep/Shrinkage Loss (tont/mª)	Relaxation Loss (tont/mª)	Stress(After All Loss)/ Stress(After Immediate Loss)	Effective Num,
The Los:	s of tend	on group [Top-P 1-1] at the stage of	[CS1]				
Tendon	Group	Top-P 1-1	Stage	CS1	Apply			
7	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
7	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
8	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
8	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
9	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
9	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
10	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
10	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
11	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
11	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
12	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
12	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
13	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
13	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
14	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
14	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
15	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
15	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
16	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
16	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
17	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
17	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
18	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
18	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
19	I.	128188,1757	94,7374	1,0007	-522,9232	-1359,7995	0,9861	2,000
19	J	125817,3629	210,0121	1,0017	-459,1688	-1334,6503	0,9874	2,000
20	1	125817,3629	216,2405	1,0017	-456,6719	-1334,6503	0,9875	2,000
20	J	125697,0976	243,2581	1,0019	-433,6005	-1333,3745	0,9879	2,000
21	I.	125697,0976	241,5349	1,0019	-432,2173	-1333,3745	0,9879	2,00
21	J	125134,4261	241,4465	1,0019	-429,9489	-1327,4058	0,9879	2,00
22	I.	125134,4261	243,1697	1,0019	-431,3312	-1327,4058	0,9879	2,00
22	J	125013,5458	216,1142	1,0017	-453,4301	-1326,1235	0,9875	2,000
23	1	125013,5458	209,8866	1,0017	-455,9421	-1326,1235	0,9874	2,000

Indon Loss (Stress) Tendon Loss (Force)

Elem	Part	Force (After Immediate Loss) : A (tonf)	Elastic Deform, Loss : B (tonf)	Force(Elastic Loss)/ Force(Immedi ate Loss)	Creep/Shrinkage Loss (tonf)	Relaxation Loss (tonf)	Force(After All Loss)/ Force(After Immediate Loss)	Effective Num
The Los:	s of tend	on group [Top-P 1-1] at the stage of	[CS1]				
Tendon	Group	Top-P 1-1	Stage	CS1	Apply			
	I.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
7	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
8	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
8	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
9	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
10	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
10	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
11	I.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
11	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
12	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
12	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
13	I.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
13	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
14	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
14	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
15	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
15	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
16	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
16	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
17	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
17	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
18	L	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
18	J	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
19	L	337,8143	0,2497	1,0007	-1,3781	-3,5835	0,9861	2,00
19	J	331,5665	0,5534	1,0017	-1,2100	-3,5172	0,9874	2,00
20	L	331,5665	0,5699	1,0017	-1,2035	-3,5172	0,9875	2,00
20	J	331,2496	0,6411	1,0019	-1,1427	-3,5138	0,9879	2,00
21	I	331,2496	0,6365	1,0019	-1,1390	-3,5138	0,9879	2,00
21	J	329,7668	0,6363	1,0019	-1,1330	-3,4981	0,9879	2,00
22	L	329,7668	0,6408	1,0019	-1,1367	-3,4981	0,9879	2,00
22	J	329,4482	0,5695	1,0017	-1,1949	-3,4947	0,9875	2,00
23	1	329,4482	0.5531	1,0017	-1,2015	-3,4947	0.9874	2.00



查看預拱度

為了輸出預拱圖,首先應定義樑、支撐節點、閉合塊的結構群和節點群組。 在 FCM Bridge Wizard 中自動生成輸出預拱所需的群組。

Results / Bridge / Camber/Reaction / *FCM Camber Control...* Bridge Girder Element Group > **Bridge Girder** Support Node Group > **Support Node** Key-Segment Elem. Group > **KeySegAll** J 閉合塊結構群組

Results / Bridge / Camber/Reaction / *FCM Camber Graph View…* Camber Load Case > **Summation** (開) ↓



圖 53 預拱度圖形

查看預拱度管理圖

查看懸臂工法施工管理所需的預拱度管理圖。預拱度表格按平衡懸臂工法 (FCM)橋梁段和橋墩輸出預拱度。本範例橋梁將輸出橋梁兩邊跨的場撐法橋梁段 (表格的第1、4頁)和墩柱1、2(表格的第2、3頁)的預拱度管理圖。

Results / FCM Camber / *FCM Camber Table…* Camber Load Case > **Summation** (開) ↓





圖 54 預拱度管理表

查看各施工階段構件性質

查看各施工階段下所對應之構件性質資料(齡期變化、彈性模數變化、乾縮 應變及潛變係數)。

由模型所對應的當前Stage產生構件性質資訊。

Stage>CS14 (model view)

results / result lables / construction orage / Liement i Toperties at Lacit Stag	Results /	Result	Tables /	/ Construction	Stage /	Element	Prop	perties	at Each	Stage
---	-----------	--------	----------	----------------	---------	---------	------	---------	---------	-------

	Elem	Start Age	End Age	Start Elasticity (tont/m®)	End Elasticity (tonf/mª)	Cumulative Shrinkage	Creep Coeff.
	The Elem	ent properties	at the stage o	f [CS14],			
	Stage		CS14		Apply		
•	1	120,00	120,00	3688432,1276	3688432,1276	0,0000	0,0000
	2	120,00	120,00	3688432,1276	3688432,1276	0,0000	0,0000
	3	120,00	120,00	3688432,1276	3688432,1276	0,0000	0,0000
	4	120,00	120,00	3688432,1276	3688432,1276	0,0000	0,0000
	5	120,00	120,00	3688432,1276	3688432,1276	0,0000	0,0000
	6	70,00	70,00	3620185,4906	3620185,4906	0,0000	0,0000
	7	95,00	95,00	3660940,6305	3660940,6305	-0,0000	0,9072
	8	107,00	107,00	3675314,0992	3675314,0992	-0,0000	0,9398
	9	119,00	119,00	3687498,4461	3687498,4461	-0,0000	0,9695
	10	131,00	131,00	3697999,9343	3697999,9343	-0,0000	0,9968
	11	143,00	143,00	3707174,5018	3707174,5018	-0,0000	1,0222
	12	155,00	155,00	3715280,7292	3715280,7292	-0,0000	1,0458
	13	167,00	167,00	3722511,6334	3722511,6334	-0,0000	1,0679
	14	179,00	179,00	3729014,6211	3729014,6211	-0,0000	1,0886
	15	191,00	191,00	3734904,4839	3734904,4839	-0,0000	1,1083
	16	203,00	203,00	3740272,1344	3740272,1344	-0,0000	1,1269
	17	215,00	215,00	3745190,6407	3745190,6407	-0,0000	1,1445
	18	227,00	227,00	3749719,4955	3749719,4955	-0,0000	1,1613
	19	249,00	249,00	3757167,2682	3757167,2682	-0,0000	0,9579
	20	249,00	249,00	3757167,2682	3757167,2682	-0,0000	0,9579
	21	249,00	249,00	3757167,2682	3757167,2682	-0,0000	0,9579
	22	249,00	249,00	3757167,2682	3757167,2682	-0,0000	0,9579
	23	249,00	249,00	3757167,2682	3757167,2682	-0,0000	0,9579
	24	227,00	227,00	3749719,4955	3749719,4955	-0,0000	1,1613
	25	215,00	215,00	3745190,6407	3745190,6407	-0,0000	1,1445
	26	203,00	203,00	3740272,1344	3740272,1344	-0,0000	1,1269
	27	191,00	191,00	3734904,4839	3734904,4839	-0,0000	1,1083
	28	179,00	179,00	3729014,6211	3729014,6211	-0,0000	1,0886
	29	167,00	167,00	3722511,6334	3722511,6334	-0,0000	1,0679
	30	155,00	155,00	3715280,7292	3715280,7292	-0,0000	1,0458
	31	143,00	143,00	3707174,5018	3707174,5018	-0,0000	1,0222
	32	131,00	131,00	3697999,9343	3697999,9343	-0,0000	0,9968
	33	119,00	119,00	3687498,4461	3687498,4461	-0,0000	0,9695
	34	107,00	107,00	3675314,0992	3675314,0992	-0,0000	0,9398
	35	95,00	95,00	3660940,6305	3660940,6305	-0,0000	0,9072
	38	35,00	35,00	3503557,2435	3503557,2435	-0,0000	0,6601
	39	47,00	47,00	3557654,8699	3557654,8699	-0,0000	0,7284
	40	59,00	59,00	3594735,2196	3594735,2196	-0,0000	0,7837
• •	Lieme	ent Properti	ies at Each	Stage/	0000000 7015	0.0000	<

圖 55 CS14對應構件性質資料

竣工階段構件性質

施工階段分析完成後,查看最終階段(竣工)下所對應之構件轉換斷面性質資料。 轉換斷面的性質計算包含鋼腱性質變化、套管灌浆時間及混凝土彈性模數變化。

由於轉換斷面是在最終階段產生,因此可直接透過 "PostCS" (竣工階段)來查看。 此斷面性質將被用來計算諸如車輛活載重、溫度載重等額外荷載所造成的應力。

Stage>PostCS (in model view)			
Results / Result Tables / Constru	ction Stage /	Beam S	Section Prop. at Last Stage
Beam Element(1to76);	Part >I, J	Ļ	

lem	Part	Area. (m#)	(m*)	lyy (m*)	lzz (m*)	Cyp (m)	Cym (m)	Czp (m)	Czm (m)	WArea (mª)	Local-y (m)	Local-z (m)
1		8,5730	20,2220	9,1449	89,4820	6,3500	6,3500	1,0651	1,6349	8,4857	0,0000	-0,0096
1	1	8,5730	20,2220	9,2448	89,5872	6,3500	6,3500	1,0701	1,6299	8,4857	0,0000	-0,0145
2		8,5948	20,2220	9,2636	89,7582	6,3500	6,3500	1,0724	1,6276	8,4857	0,0000	-0,0169
2 .	I	8,5948	20,2220	9,2931	89,7515	6,3500	6,3500	1,0739	1,6261	8,4857	0,0000	-0,0183
3		8,6166	20,2220	9,3117	89,9225	6,3500	6,3500	1,0762	1,6238	8,4857	0,0000	-0,0207
3.	I	8,6166	20,2220	9,3411	89,8954	6,3500	6,3500	1,0776	1,6224	8,4857	0,0000	-0,0221
4		8,6384	20,2220	9,3597	90,0664	6,3500	6,3500	1,0799	1,6201	8,4857	0,0000	-0,0244
4 .	I	8,6384	20,2220	9,3889	90,0204	6,3500	6,3500	1,0814	1,6186	8,4857	0,0000	-0,0258
5		8,6384	20,2220	9,3889	90,0204	6,3500	6,3500	1,0814	1,6186	8,4857	0,0000	-0,0258
5.	1	8,6384	20,2220	9,3889	90,0204	6,3500	6,3500	1,0814	1,6186	8,4857	0,0000	-0,0258
6		8,6384	20,2220	9,3890	90,0204	6,3500	6,3500	1,0814	1,6186	8,4857	0,0000	-0,0258
6 .	1	8,6384	20,2220	9,3890	90,0204	6,3500	6,3500	1,0814	1,6186	8,4857	0,0000	-0,0258
71		8,6602	20,2220	9,4022	90,3110	6,3500	6,3500	1,0794	1,6206	8,4857	0,0000	-0,0239
7.	1	8,6602	20,2220	9,4070	90,5023	6,3500	6,3500	1,0791	1,6209	8,4857	0,0000	-0,0235
8		8,6821	20,2220	9,4202	90,6986	6,3500	6,3500	1,0771	1,6229	8,4857	0,0000	-0,0216
8.	1	8,7357	20,7656	9,7108	90,9521	6,3500	6,3500	1,0922	1,6384	8,5394	0,0000	-0,0203
91		8,7575	20,7656	9,7188	91,2679	6,3500	6,3500	1,0859	1,6447	8,5394	0,0000	-0,0140
9.	1	8,9186	22,5180	10,6627	92,4956	6,3500	6,3500	1,1339	1,6888	8,7005	0,0000	-0,0122
10		8,9404	22,5180	10,6721	92,8114	6,3500	6,3500	1,1274	1,6952	8,7005	0,0000	-0,0057
10 .	1	9,2088	25,5130	12,3657	94,7787	6,3500	6,3500	1,2089	1,7670	8,9689	0,0000	-0,0032
11		9,2306	25,5130	12,3782	95,0945	6,3500	6,3500	1,2022	1,7738	8,9689	0,0000	0,0036
11	1	9,6064	29,9532	15,0163	97,8500	6,3500	6,3500	1,3194	1,8712	9,3446	0,0000	0,0064
12		9,6282	29,9532	15,0346	96,1659	6,3500	6,3500	1,3123	1,8783	9,3446	0,0000	0,0135
12	1	10,1113	36,0845	18,9077	101,6900	6,3500	6,3500	1,4667	1,9999	9,8278	0,0000	0,0172
13		10,1331	36,0845	18,9354	102,0059	6,3500	6,3500	1,4591	2,0075	9,8278	0,0000	0,0248
13 .	1	10,7236	44,0806	24,4365	106,3494	6,3500	6,3500	1,6524	2,1514	10,4183	0,0000	0,0294
14		10,7236	44,0806	24,4392	106,4689	6,3500	6,3500	1,6470	2,1568	10,4183	0,0000	0,0348
14 .	1	11,4215	54,2403	32,0632	111,6020	6,3500	6,3500	1,8817	2,3208	11,1161	0,0000	0,0397
15		11,4215	54,2403	32,0737	111,6273	6,3500	6,3500	1,8759	2,3265	11,1161	0,0000	0,0454
15 .	I.	12,2267	66,7501	42,5647	117,4419	6,3500	6,3500	2,1544	2,5080	11,9213	0,0000	0,0497
16		12,2485	66,7501	42,6395	117,7324	6,3500	6,3500	2,1511	2,5113	11,9213	0,0000	0,0530
16 .	1	13,1611	81,7449	56,7728	124,3760	6,3500	6,3500	2,4734	2,7102	12,8339	-0,0000	0,0577
17		13,1829	81,7449	56,8757	124,5723	6,3500	6,3500	2,4699	2,7138	12,8339	-0,0000	0,0613
17 .	1	14,2028	99,3485	75,6568	131,9655	6,3500	6,3500	2,8373	2,9289	13,8539	0,0000	0,0660
18		14,2246	99,3485	75,7969	132,2561	6,3500	6,3500	2,8335	2,9328	13,8539	0,0000	0,0699
18 .	1	15,3519	119,9573	100,4812	140,4276	6,3500	6,3500	3,2464	3,1637	14,9812	0,0000	0,0748
19		15,3956	119,9573	100,8588	140,9144	6,3500	6,3500	3,2381	3,1721	14,9812	0,0000	0,0832
19 .	1	16,4281	139,2333	127,4130	148,3993	6,3500	6,3500	3,6208	3,3792	16,0138	0,0000	0,0881
20 1		16,4281	139,2333	127,4130	148,3993	6,3500	6,3500	3,6208	3,3792	16,0138	0,0000	0,0881
20.		16 4281	139 2333	127 4130	148,3993	6.3500	6.3500	3.6208	3.3792	16.0138	0.0000	0.0881

圖 56 竣工階段對應構件性質資料

查看載重組合作用下的內力

當預力箱型橋竣工之後,應該使用活載重、溫度載重、支承沉陷以及靜載重 組合下的設計載重對橋梁做承載能力極限狀態驗算。非施工階段載重的結構分析 將在最終施工階段(Final Stage)進行,並可以和施工階段載重的分析結果組合。 本範例因為沒有輸入非施工階段載重,所以只定義施工階段載重的載重組合,並 查看其內力。首先定義載重組合。

Stage > PostCS [♀]
Results / Combinations...
Active (Active); Name (Dead); Type > Add
Load Cases & Factors > Dead Load(CS); Factor (1.3)
Load Cases & Factors > Erection Load(CS); Factor (1.3)
Load Cases & Factors > Tendon Secondary(CS); Factor (1.0)
Load Cases & Factors > Creep Secondary(CS); Factor (1.3)
Load Cases & Factors > Shrinkage Secondary(CS); Factor (1.3)

	Combi	nation List					Load	u cases and Fa	ciors	
Т	No	Name	Active	Туре	Description	^		LoadCase	Factor	2
0		Dead	Active	Add				Dead Load	1.3000	
¥								Erection L	1.3000	
							•	Tendon S	1.0000	
								Creep Sec	1.3000	
								Shrinkage	1.3000	
							*			

圖 57 定義載重組合

♀ 定義和刪除 載重組合只能 載重 整段 能段 進行,所 路 。

查看因數化載重組合的彎矩

Model View

Results / Forces / 🔛 Beam Diagrams... Load Cases/Combinations > CB: Dead

Components > My

Display Option > 5 Points (開)、Line Fill (開)、Scale (1.0)

Type of Display > **Contour** (開); **Legend** (開) ↓



圖 58 彎矩圖