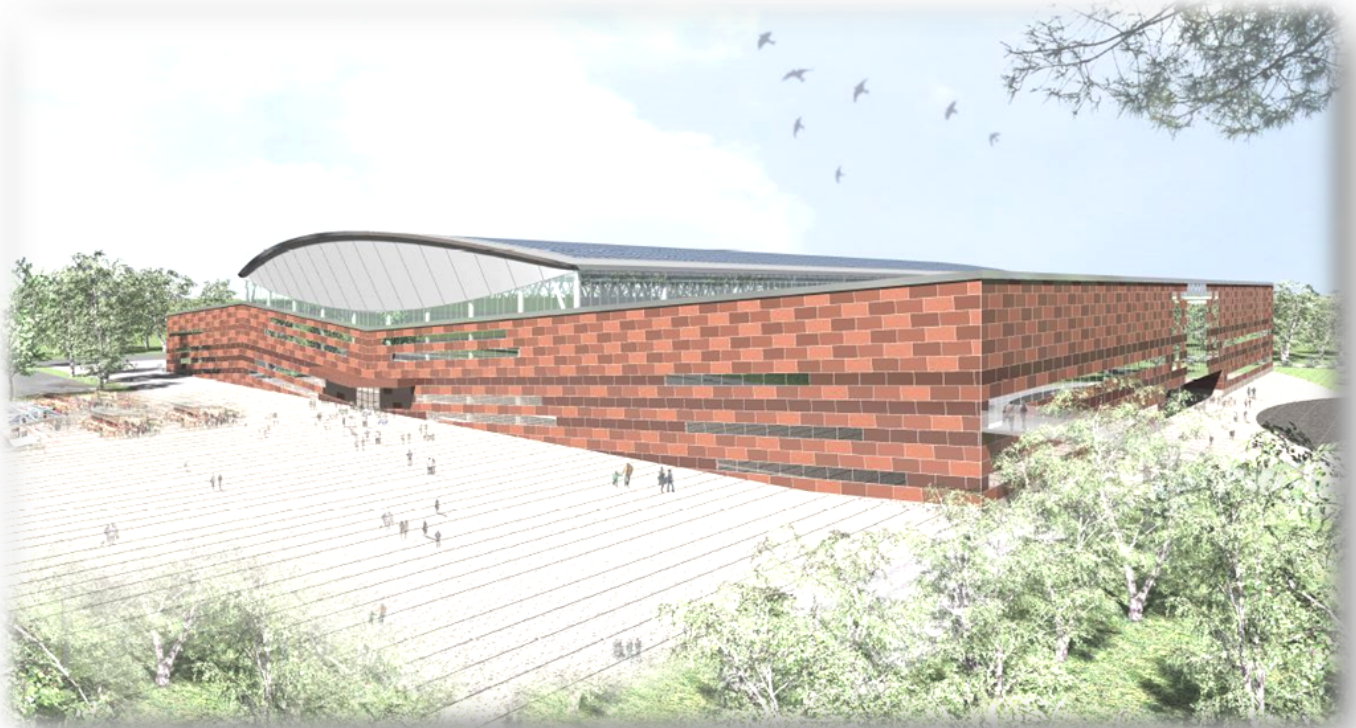


臺南市政府出國報告（出國類別：其他）

「大臺南會展中心統包工程」展覽館屋頂桁架 鋼纜及夾具材料試驗



服務機關：臺南市政府工務局

姓名職稱：臺南市政府工務局 工程員 張閔傑

臺南市政府工務局 工程員 張菟真

派赴國家：德國、荷蘭

出國期間：109年1月19日至1月23日

報告日期：109年4月21日

目錄

一、大臺南會展中心摘要.....	3
二、廠驗目的.....	8
三、廠驗行程.....	10
四、展覽館屋頂桁架結構系統.....	11
五、鋼纜材料及試驗.....	17
六、夾具試驗 Saddle (鞍座/索夾)	26
七、效益評估	31
八、國外建築運用鋼纜案例	33
九、心得與結論	35

附錄

附件一、會展中心細設圖 S1-13 鋼纜、鋼桁架一般說明

附件二、鋼纜張力試驗報告(Tensile Test)

附件三、夾具滑動試驗報告(Sliding Test)

一、大臺南會展中心摘要

臺南市自民國 99 年升格為直轄市後，為符合商業貿易活動需求之提升以及產業轉型之契機，積極配合行政院通過之「104 年國家發展計畫」，推動會展產業之發展，並明確表達將規劃推行「大臺南會展中心計畫」，期盼透過公共建設之興建，型塑臺南市發展會展產業之絕佳環境。

大臺南會展中心基地近高鐵台南站，大小約 5.2 公頃，週邊有沙崙綠能科學城同步發展，因此永續發展與智慧建築即為主要的考量。本案可以創造商業旅遊、會議旅遊，創造參展和會議單位之間的商機外，也同時促發了當地的經濟發展，成為城市行銷與休閒旅遊的重要環節。大臺南會展中心必需提供具國際水準的設施，並且在有限的空間內，需要創造最多的可能性。

本案設計更在美學上加入了台南地方特色，以爭取國內外具有指標性的展覽及產業，由會議及商業服務（商店餐飲）棟、展場棟、停車及後場服務棟三合一而成，展示棟興建具短期展覽攤位 601 個（兼臨時集會使用）之室內展示場，同時可以做為演唱會、體育活動及附有大、中、小型會議廳，會議廳都具有最優質的音效環境、視聽設備，可分割成多種大小使用，並且均可以提供餐飲，兼具前場及後場服務空間及動線，東側亦有近 50 米深的戶外廣場及景觀，可以做為 300 個戶外攤位的場地，同時連接約 2.2 公頃的公六公園，週邊空間寬敞、綠意盎然，也是國內僅見的會展設施。是一座有多元使用、可以永續經營的國際級會展設施。

大臺南會展中心以台南城市特色為主題的設計，加上高效率、彈性使用的

空間配置，得以創造特殊的吸引力，爭取國內及國際性的展覽及訪客，為本市創造經濟效益及城市意象。在造形意象上，援引臺南的城牆、似遺跡的岩層，象徵其歷史的層積，展場空間的桁架則援引古地名「鯤鯨（鯨魚）」，有如魚骨般的輕巧與具飄浮感，大跨距及挑高之中庭大廳，中央的磚砌造型牆，呼應古城的城牆，成為視覺的焦點。建築構造以 RC 及鋼構複合構造構築，展場上方以輕量化鋼桁架結構橫越，創造大跨距彈性展示空間，本建築之建築面積共 21,553.38m²，總工期為 1150 日曆天，預計 110 年 1 月完工。

工程名稱：興建大臺南會展中心統包工程

洽辦機關：經濟部國際貿易局

代辦機關：臺南市政府工務局

專案管理暨監造單位：中興工程顧問股份有限公司、華興聯合建築師事務所

統包施工單位：福清營造股份有限公司、互立機電股份有限公司

統包設計單位：金光裕建築師事務所

鋼構設計：超偉工程顧問有限公司

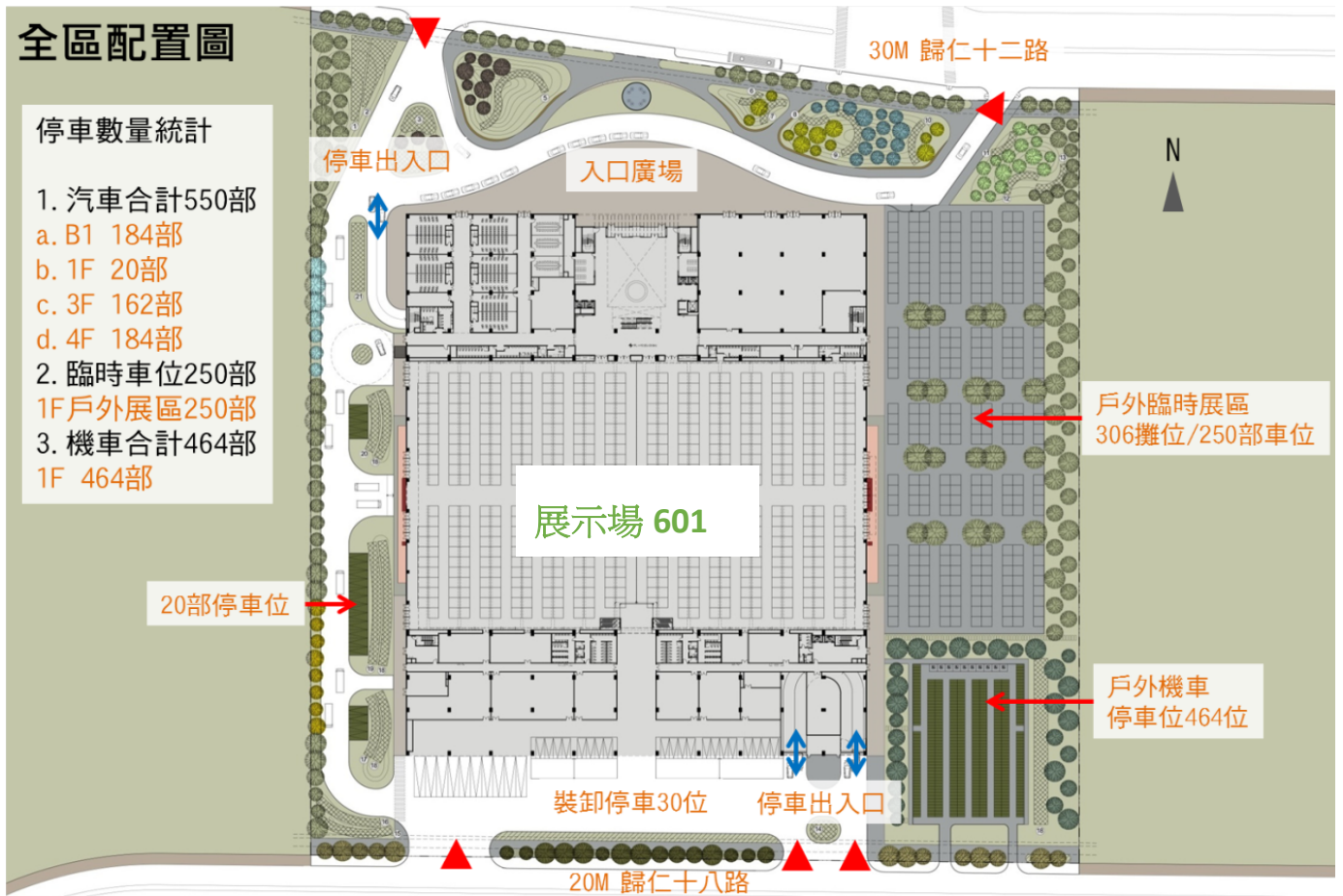
鋼構協力廠商：大將作工業股份有限公司

鋼纜結構系統廠商：地偉達股份有限公司

全區配置圖

停車數量統計

- 1. 汽車合計550部
 - a. B1 184部
 - b. 1F 20部
 - c. 3F 162部
 - d. 4F 184部
- 2. 臨時車位250部
 - 1F 戶外展區250部
- 3. 機車合計464部
 - 1F 464部



平面配置圖

剖面圖

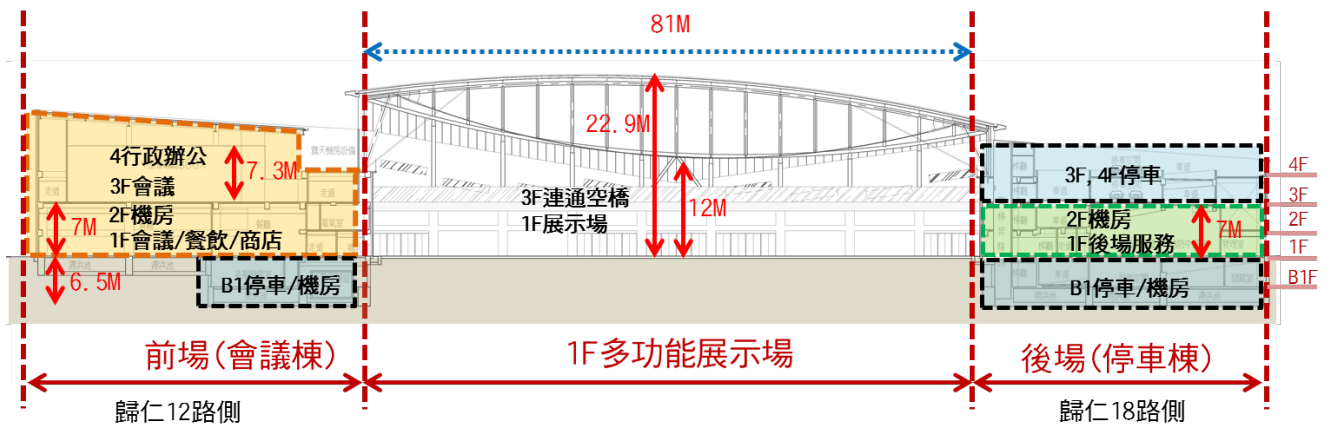
地下一層地上四層

建築物高度22.9m · 深度6.5m

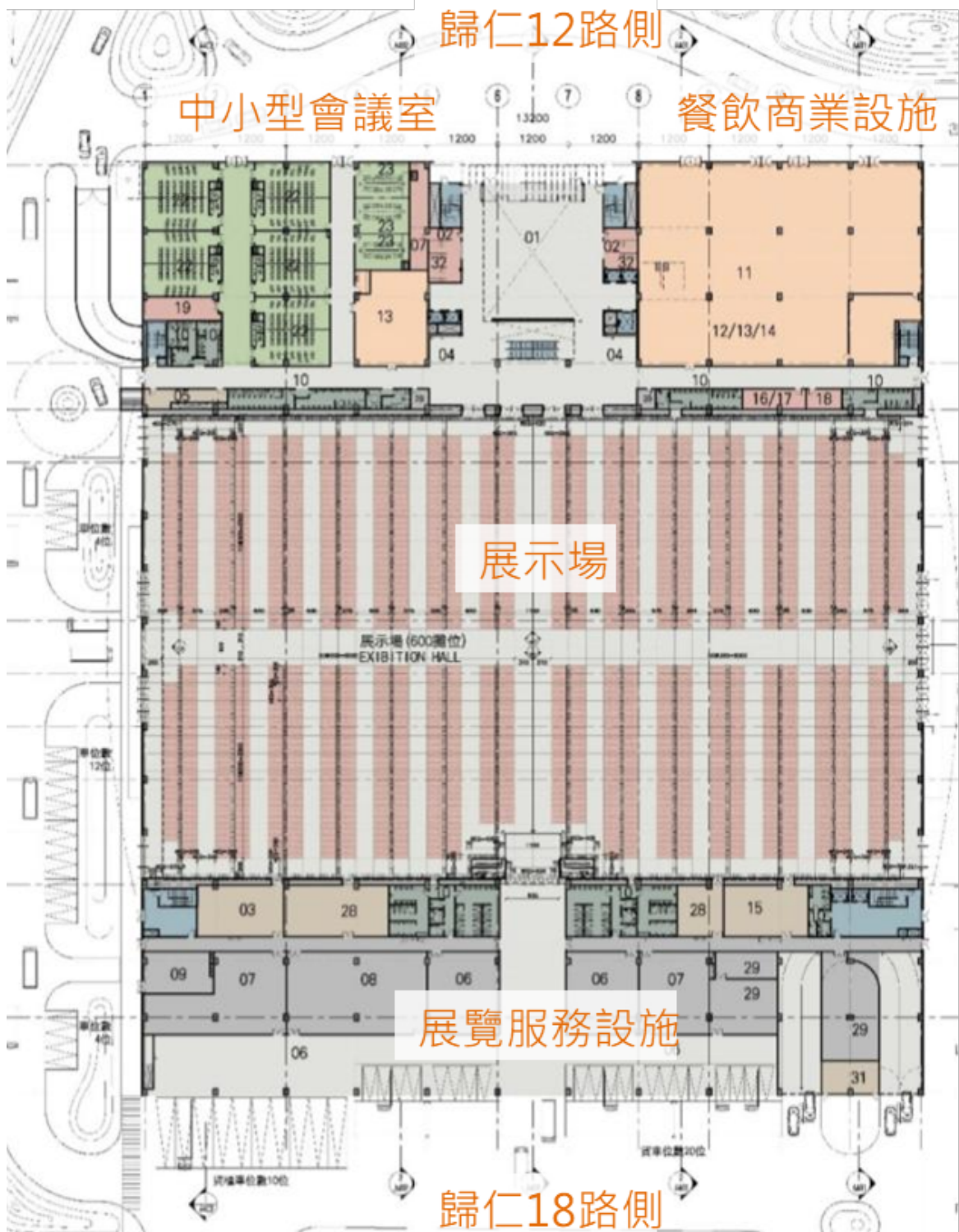
總樓地板面積42,697.31m²

一層展示場總攤位數600攤

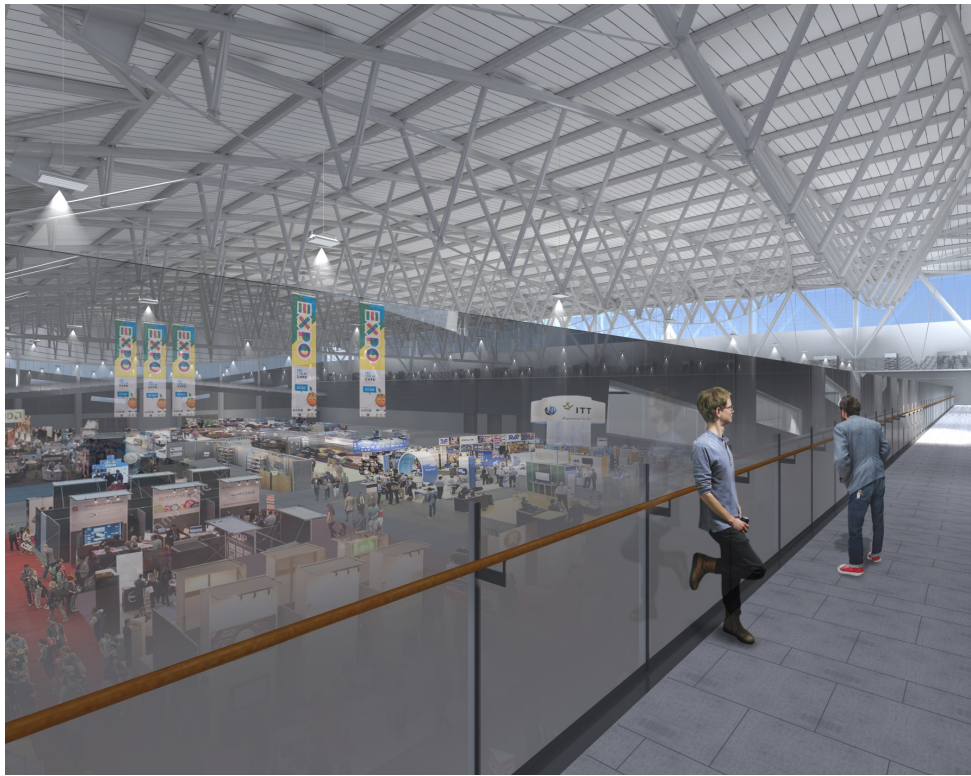
以活動隔屏可區分為各300攤



剖面圖



一樓平面圖



展覽館室內模擬圖

二、廠驗目的

由金光裕建築師事務所設計規劃，展覽館屋頂結構系統除須具備大跨度之展示空間外，其設計概念援引台南古地名「鯤鯨（鯨魚）」，展現有如魚骨般的輕巧與具飄浮感。建築量體由福清營造股份有限公司負責施工，委託大將作工業股份有限公司製作本案桁架鋼材製作及組裝，鋼纜系統責由地偉達股份有限公司負責，本案鋼纜出廠前，依設計圖說規定將鋼纜含端部構件及 Saddle(夾具/索夾)送至第三方試驗單位做測試，因鋼纜含端部構件之組合拉力試驗方式，在台灣試驗室的設備尚未能處理本案鋼纜材料及構件的測試項目及鋼纜尺寸。所以本案選在鋼纜製造產地周邊且經歐盟認證的試驗室，做鋼纜含端部構件以及 Saddle(夾具/索夾)等構件的試驗，其所有鋼纜構件材料之材質證明、出廠證明、試驗報告以及產品保證書等文件，則會一起隨材料構件運送至會展中心工地，本案為地偉達公司國內第一宗使用鋼纜材料之建築工程。

地偉達股份有限公司相關資料如下：

地偉達股份有限公司為德商 Dywidag-System International GmbH(DSI) 在台之代表，DSI 在全球分布 75 個國家，已有一百四十多年之預力混凝土橋樑專業歷史，目前為全世界最大預力廠商之一。地偉達在台也已經營約二十年之久，多年來投入南、北二高以及西濱公路及高鐵等重大國家建設。近年來地偉達開始跨入國際市場，先後於菲律賓、帛琉、關島、土耳其、越南，以及印尼、泰國、柬埔寨等國家參與橋梁工程及預力相關工程。PFEIFER 結構鋼纜最有名的實際案例，在德國的(Roof replacement ,Mercedes - Benz

Arena , Stuttgart , Germany) , 以及英國的(Olympic Stadium London Roof Transformation)等。



Roof replacement , Mercedes - Benz Arena , Stuttgart , Germany



Olympic Stadium London Roof Transformation

主要商品/服務項目：

- I. 預力材料、地錨、微型樁等材料買賣及施工
- II. 橋梁懸臂工法工作車設計以及製造，以及橋梁上部結構施工
- III. 預鑄節塊工法 Launching Gantry 設計製造、節塊吊裝工程
- IV. 斜張橋 DSI-Cable Systems 安裝及橋梁上部結構施工
- V. 其他特殊預力工法

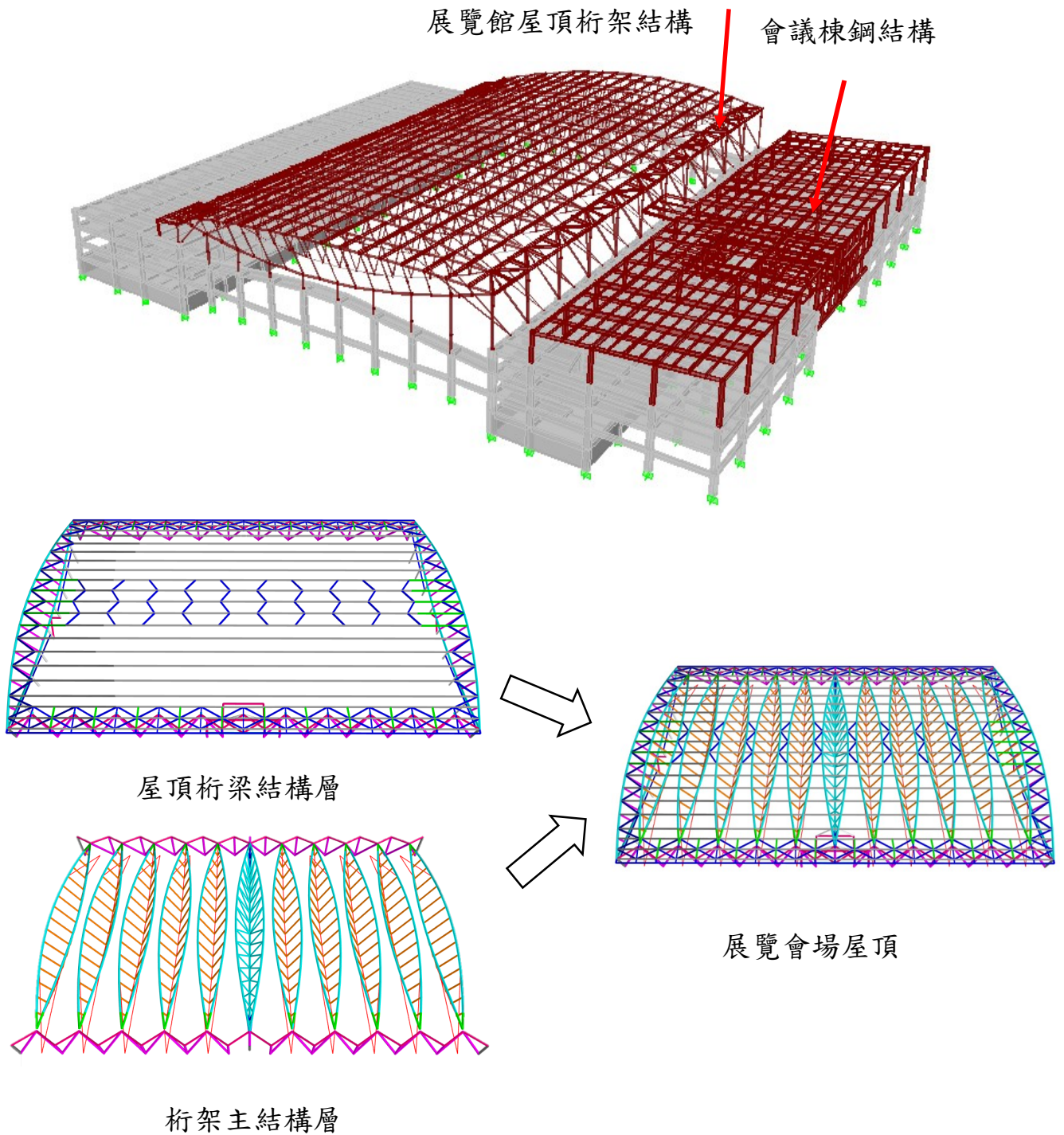
三、廠驗行程

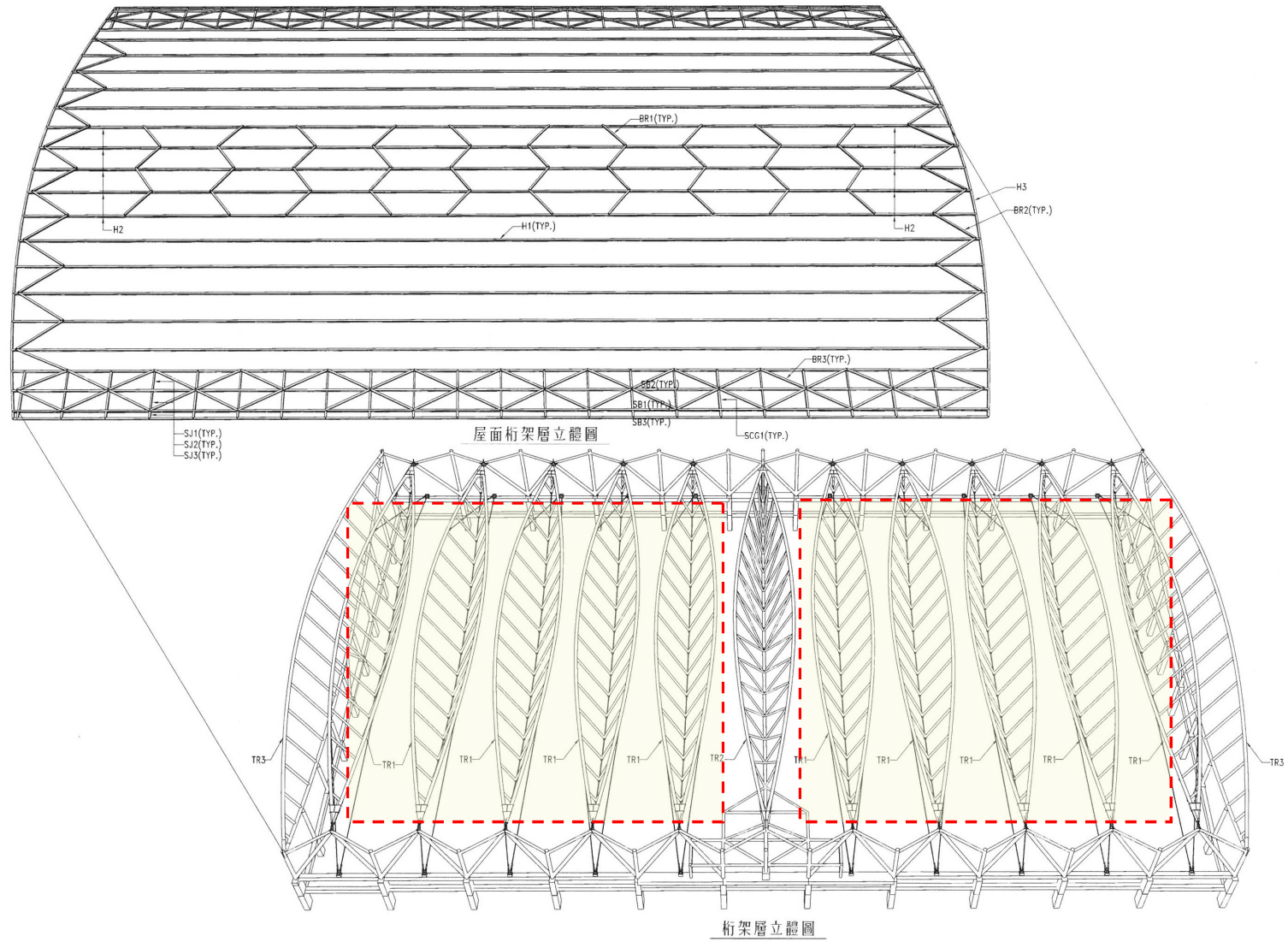
本次出國自 109 年 1 月 19 日至 1 月 23 日止，共 5 天，行程如下表：

Day 1 1/19(日)	臺南高鐵→桃園機場
Day 2 1/20(一)	當地凌晨 6 點抵達阿姆斯特丹，搭國內航班轉機到慕尼黑，再搭乘火車於傍晚抵達梅明根所在飯店
Day 3 1/21(二)	早上 8 時半到達德國 PFEIPFER 實驗室先聽取簡報後至工廠看鋼纜及端部構件材料，之後進行索夾滑動測試，下午搭車回阿姆斯特丹飯店
Day 4 1/22(三)	上午搭車前往荷蘭 MENNEMS 實驗室看鋼纜拉力測試，下午回阿姆斯特丹
Day 5 1/23(四)	阿姆斯特丹機場搭機回台灣

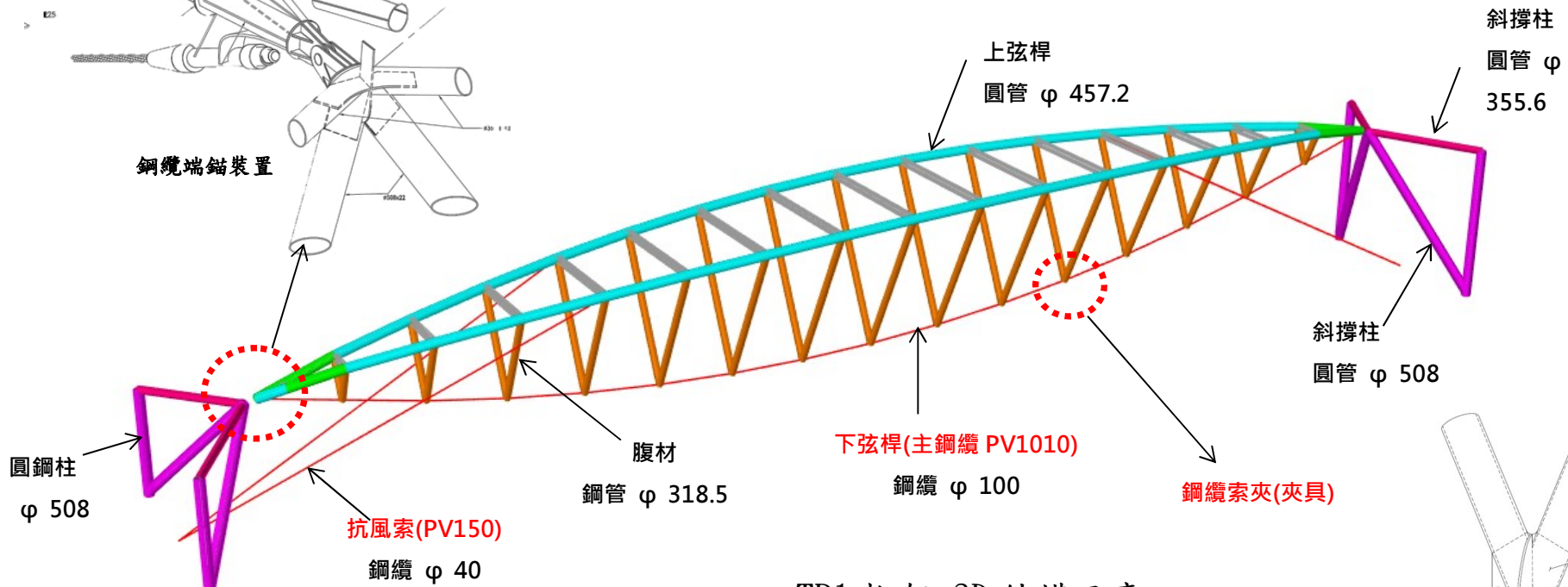
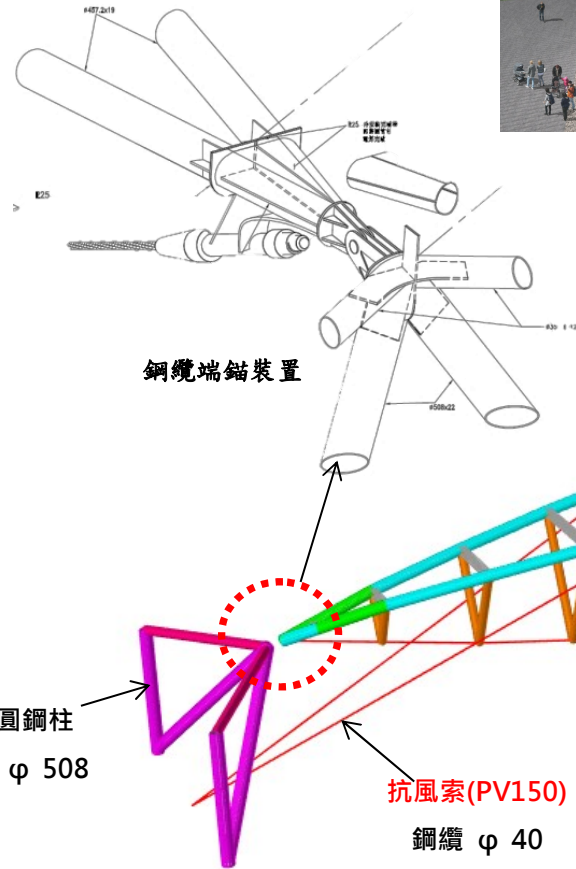
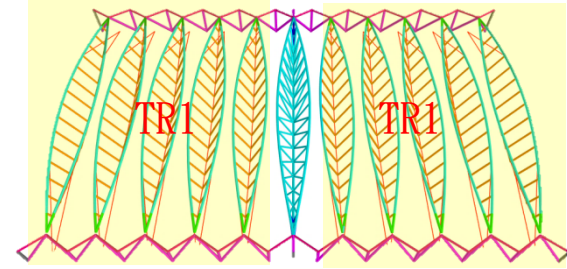
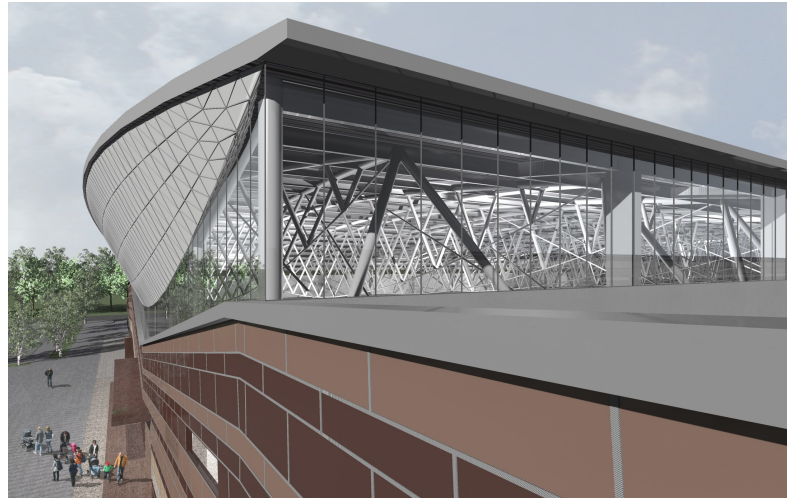
四、展覽館屋頂桁架結構系統

大臺南會展中心屋頂鋼構數量計展場棟1720噸，另會議棟910噸，合計約2630噸。除兩側TR3桁架系統及中間1座TR2桁架無設計鋼纜外，計有10座TR1桁架系統有下弦桿為鋼纜(PV1010)材料。

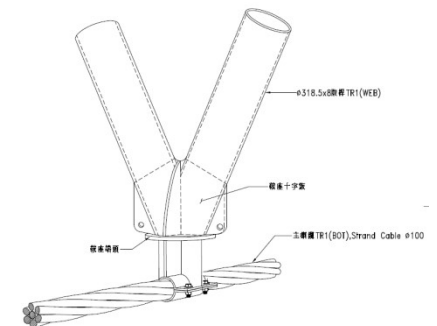




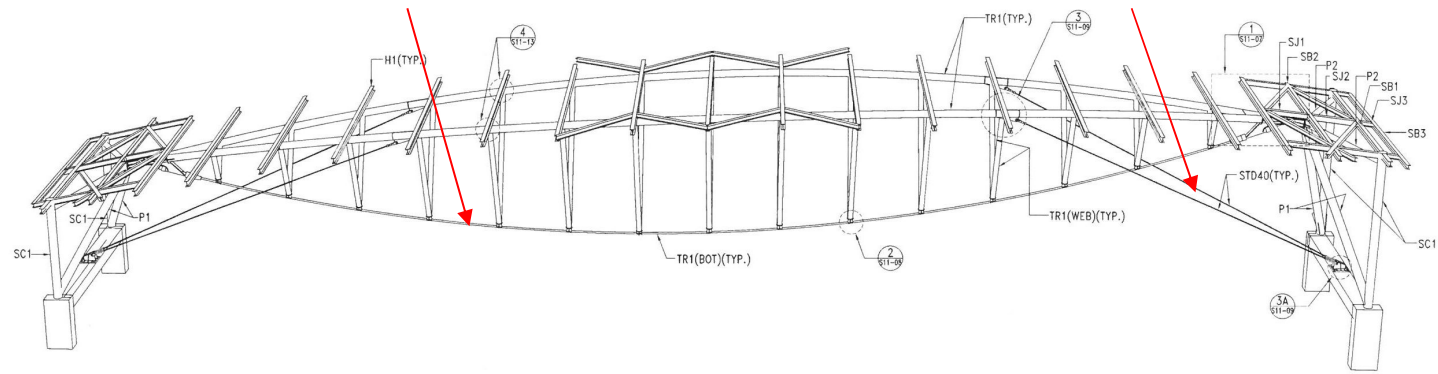
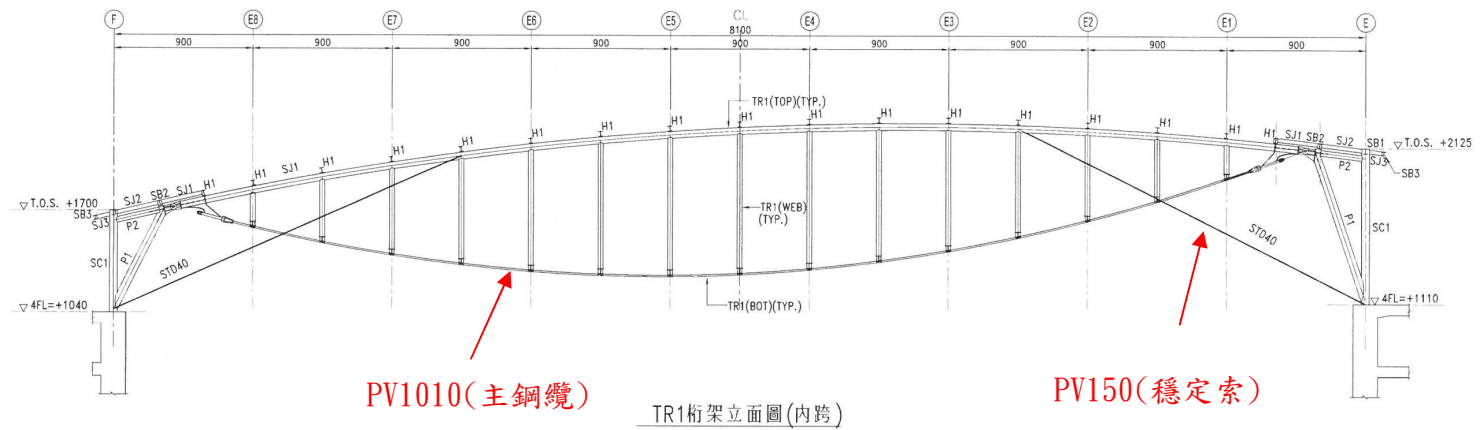
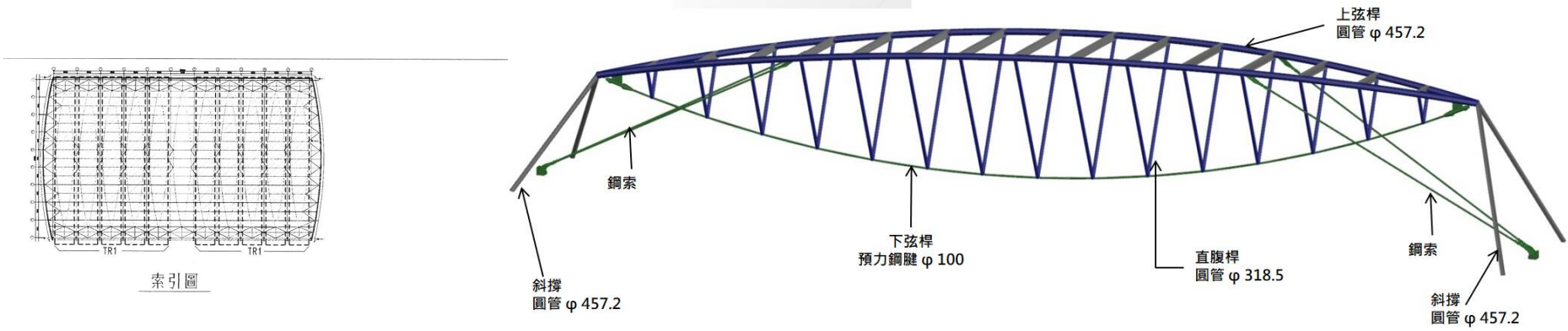
上圖為屋頂桁架結構圖，中間 TR2 桁架 1 座和兩側 TR3 桁架下弦桿為鋼管，TR1 桁架下弦桿為本次試驗之鋼纜



TR1 桁架 3D 結構示意

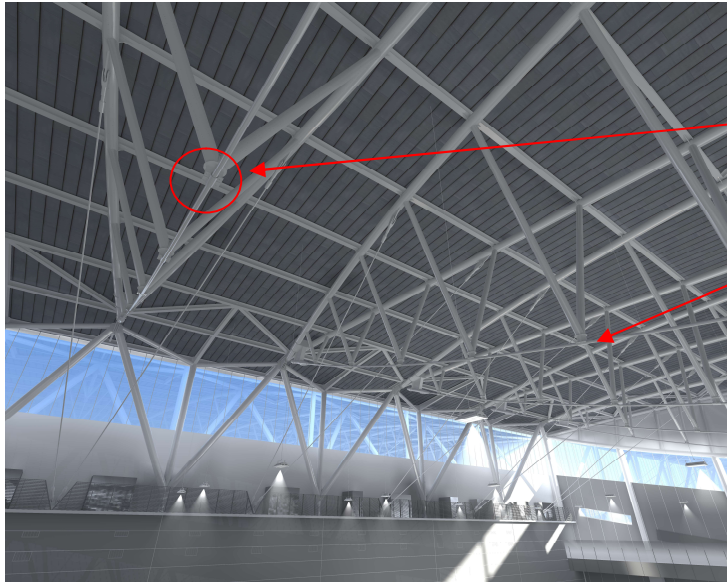


TR1桁架下弦結構接合3D示意圖



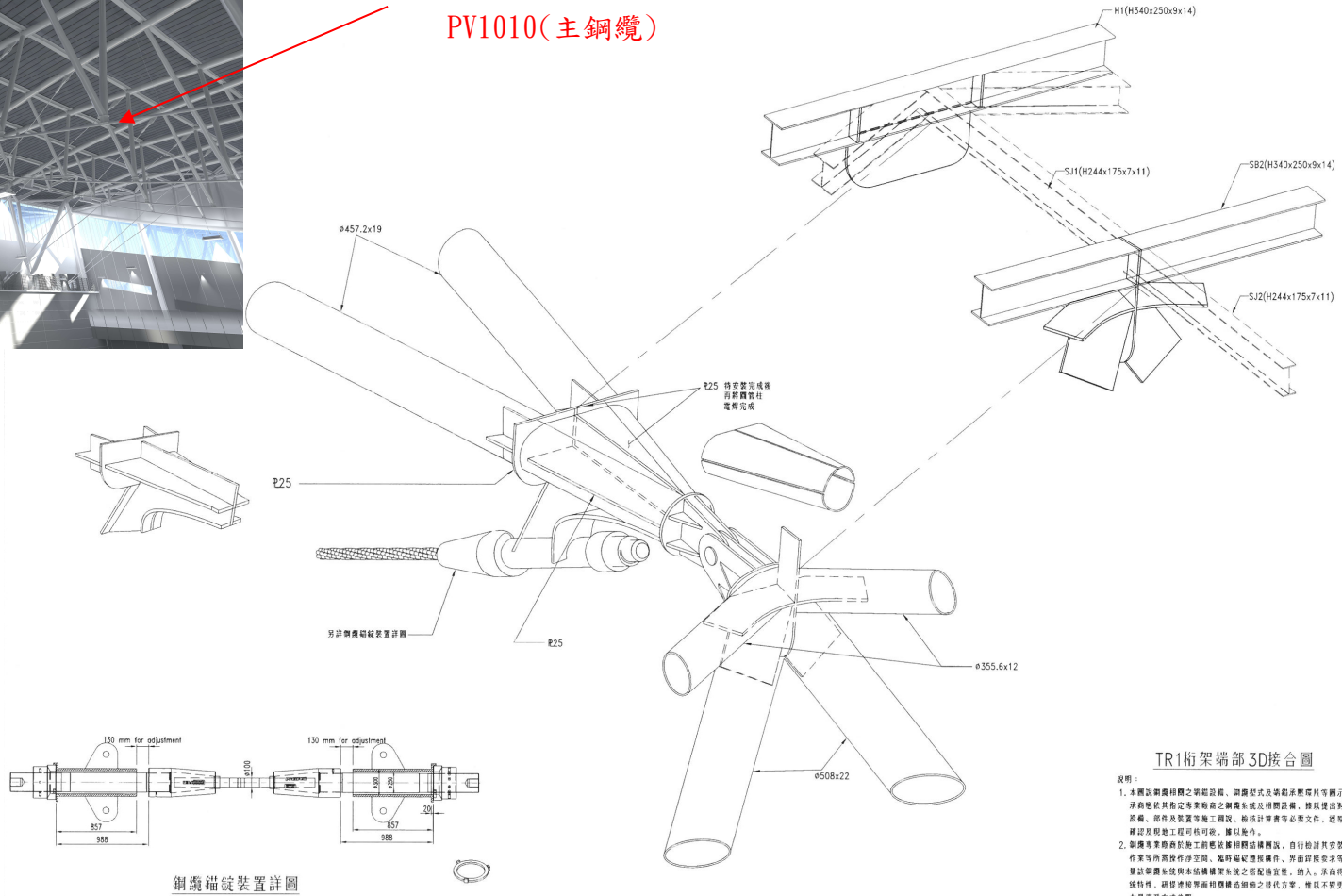
TR1桁架3D示意圖(內跨)

TR1 桁架結構



夾具

PV1010(主鋼纜)

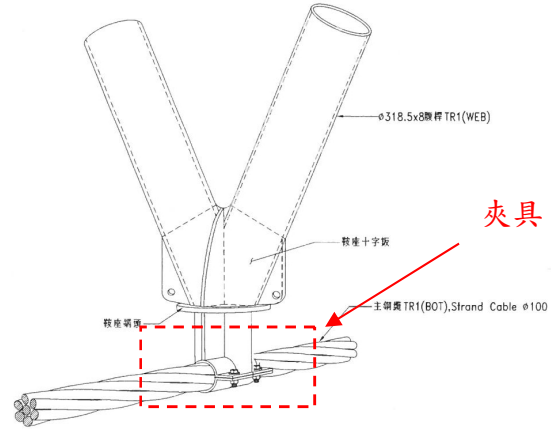
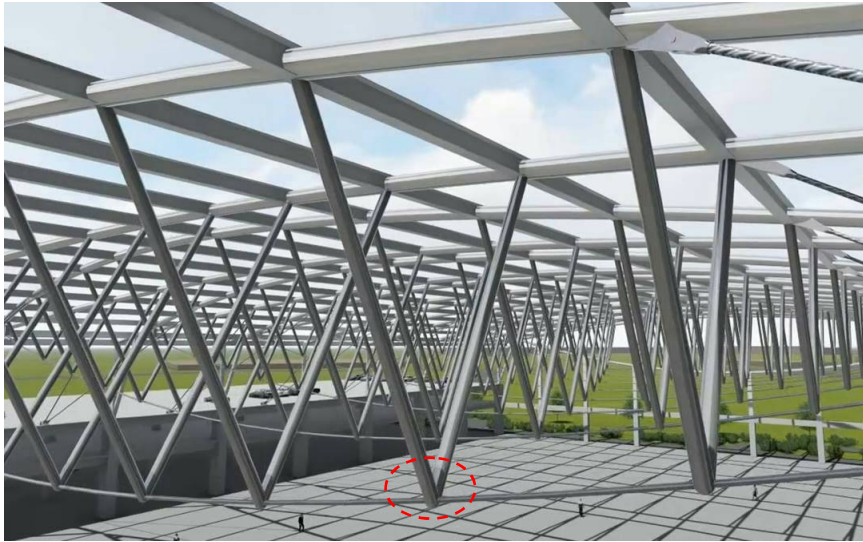


TR1桁架端部3D接合圖

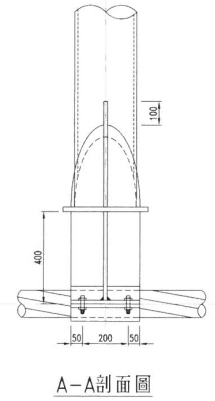
- 說明:
1. 本圖說明鋼纜之端部錨裝、鋼纜形式及端部承載條件等圖示詳細條件參考，承商應就其指定專業驗收之鋼纜系統及相關設備，詳以提出詳細之鋼纜相關圖樣、附件及裝置等施工圖說，由核計算書等必要文件，送經設計單位審核簽印及當地工程司核可後，始可施工。
 2. 鋼纜專業廠商於施工前應就其相關結構圖說，自行給出其安裝、錨裝、錨拉作業所需條件淨空間、錨裝錨裝結構條件、另面詳載要求等強節，需考慮鋼纜系統與本結構架系統之匹配適宜性，納入。承商務須將其鋼纜系統特性，明確地於界面相關構造細節之替代方案，惟以不變應萬變之方式，力圖達成方式為要。

鋼纜錨裝詳圖

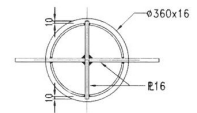
TR1 端部接合圖



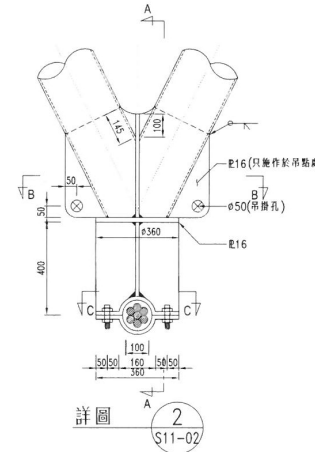
TR1桁梁下弦結構接合3D示意圖



A-A剖面圖

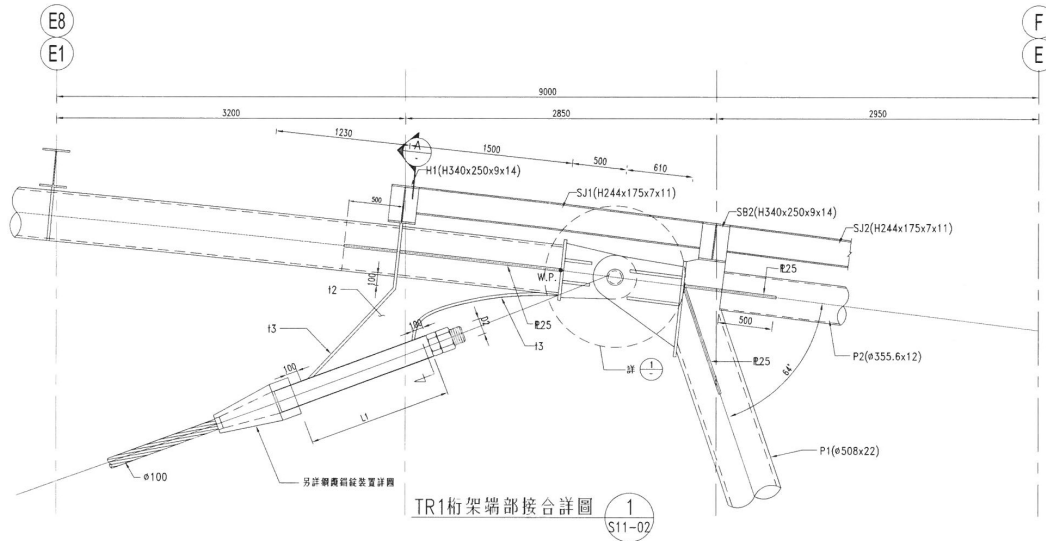


B-B剖面圖



C-C剖面圖

說明:本圖鋼索索夾型式僅供參考,承商得另提型式詳圖查核強度設計書供工程司審核,審核後方可製作。



TR1桁架端部接合詳圖 1 S11-02

除另有標示者外
鋼材: ASTM A572 Gr50, STK490B

編號	D1	f1	D2	t2	t3	t4	L1
TR1	216.3	22.0	150.0	36.0	36.0	27.0	1150.0

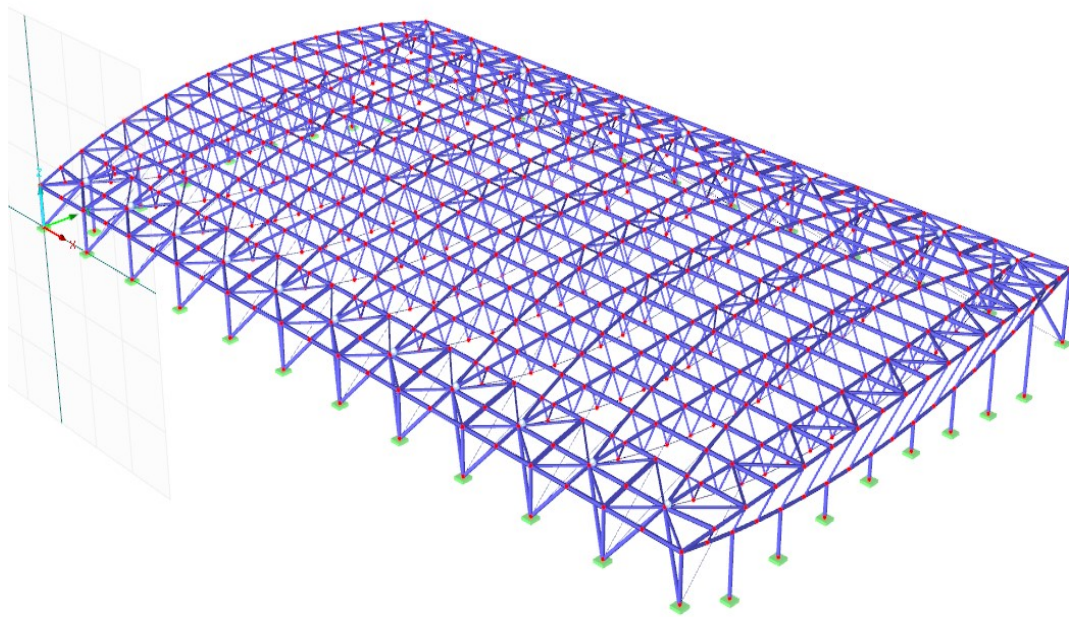
TR1 端部接合圖

1 - W.P.

145 145
101 - W.P.

TR1 鋼纜和夾具接合詳圖

五、鋼纜材料及試驗



鋼纜材料為地偉達股份有限公司所提供德國 PFEIPFER Cable Systems Full Locked Cables VVS-3/VVS-2，鋼纜內圈係採用複層鍍鋅平行鋼絲，外圈層採用單層 Z 型鋼絲鋼纜材料，符合本工程鋼纜材料規範之產品，產品規格數量及抗拉強度如下。

Vollverschlossenes Seil – GALFAN
Full Locked Cable – GALFAN

CE 0789 EOTA CTA-11/0160

PV

VVS-1 VVS-2 VVS-3

Größe size	Charakt. Bruchkraft character. breaking load $F_{b,R}$ DIN 18600*	Grenzzugkraft limit tension $F_{t,R}$ DIN 18600	Metall. Querschnitt metallic cross section ca. / approx. mm	Gewicht* weight* ca. / approx. kg	Konstruktion construction --	Seil-Nenn Durchmesser nomin. strand dia. d_b mm
PV 40	405	245	201	2,4	WS-1	21
PV 60	621	375	430	3,6	WS-1	25
PV 90	916	555	634	5,3	WS-2	31
PV 113	1170	709	806	6,8	WS-2	35
PV 130	1520	921	1060	8,9	WS-2	40
PV 150	1930	1170	1340	11,2	WS-2	45
PV 240	2300	1442	1650	13,8	WS-2	50
PV 300	3020	1830	2090	17,2	WS-3	55
PV 360	3590	2176	2490	20,5	WS-3	60
PV 420	4220	2550	2920	24,1	WS-3	65
PV 490	4890	2964	3390	27,9	WS-3	70
PV 560	5620	3406	3890	32,1	WS-3	75
PV 640	6390	3873	4420	36,4	WS-3	80
PV 720	7210	4370	4990	41,1	WS-3	85
PV 810	8090	4903	5600	46,2	WS-3	90
PV 910	9110	5581	6310	52,8	WS-3	95
PV 1010	10100	6121	6990	57,6	WS-3	100
PV 1110	11100	6727	7710	63,5	WS-3	105
PV 1220	12200	7394	8460	69,7	WS-3	110
PV 1340	13400	8121	9240	76,2	WS-3	115
PV 1450	14500	8790	10100	83,2	WS-3	120
PV 1580	15800	9576	10900	89,8	WS-3	125
PV 1720	17300	10405	11900	96,7	WS-3	130
PV 1860	18600	11273	12900	104,0	WS-3	135
PV 2000	20000	12121	13900	112,9	WS-3	140

(一) 特徵斷裂強度 Fk

根據設計圖說鋼纜、剛桁架一般說明所示，鋼纜特徵斷裂強度 Fk 規定如下表：

材料	型號	標稱直徑 (mm)	近似段面積 (mm ²)	單位重 (kg/cm)	鋼纜長度(m)	特徵斷裂強度(KN)
鋼纜(本次試驗)	PV1010	100.0	6990	57.6	+/- 718.7	10100
穩定索	PV150	40.0	1060	8.9	+/- 51.4	1520

PFERFEI PV 鋼纜材料特徵斷裂強度 Fk 如下表所示：

Page 37 of European technical approval ETA-11/0160, issued on 5 August 2011
English translation prepared by DVB

Größe Size	Seil-Nennendurchmesser Nominal strand diameter [mm]	Charakteristische Zugtragfähigkeit Z _{Rk} für min. f _{tk} = 1570 N/mm ² Characteristic tension resistance Z _{Rk} for min. f _{tk} = 1570 N/mm ² [kN]	Grenzzugkraft Z _{Rd} Design tension resistance Z _{Rd} [kN]
PV 40	21	405	245
PV 60	26	621	376
PV 90	31	918	555
PV 115*	35	1170	709
PV 150	40	1520	921
PV 195	45	1930	1170
PV 240	50	2380	1442
PV 300	55	3020	1830
PV 360	60	3590	2176
PV 420	65	4220	2558
PV 480	70	4890	2964
PV 560	75	5620	3406
PV 640	80	6390	3873
PV 720	85	7210	4370
PV 810	90	8090	4903
PV 910	95	9110	5621
PV 1010	100	10100	6121
PV 1110	105	11100	6727
PV 1220	110	12200	7394
PV 1340	115	13400	8121
PV 1450	120	14500	8788
PV 1580	125	15800	9576
PV 1730	130	17300	10486
PV 1860	135	18600	11273
PV 2000	140	20000	12121
PV 2150	145	21500	13030
PV 2300	150	23000	13839
PV 2450	155	24500	14848
PV 2600	160	26000	15758


* die Hüllen der Seilgrößen PV 115 und PV 150 sind identisch / sockets of wire rope sizes PV 115 and PV 150 are identical

Alle dazugehörigen PV-Seilendbeschläge sind für Zugfestigkeiten der Seile von min. f_{tk} = 1570 N/mm² auf die in der Tabelle angegebenen charakteristischen Zugtragfähigkeiten Z_{Rk} bzw. auf die in der Tabelle angegebenen Grenzzugkräfte Z_{Rd} ausgelegt.

Beispiel:
Seil PV 40 mit den Endbeschlägen und Verbindungsteilen Typ 800-PV 40, Typ 801-PV 40, Typ 802-PV 40, Typ 804-PV 40, Typ 810 (inkl. Typ 813/814)-PV 40, Typ 811-PV 40, Typ 812 (inkl. Typ 813/814)-PV 40, Typ 840-PV 40 oder Typ 854-PV 40 ist für eine charakteristische Zugtragfähigkeit von 405 kN bzw. für eine Grenzzugkraft von 245 kN ausgelegt.

All corresponding PV-cable end connectors for tension resistances of the wire ropes of min. f_{tk} = 1570 N/mm² are designed for the characteristic tension resistances Z_{Rk} respectively for the design tension resistances Z_{Rd} shown in the table.

Example:
Cable PV 40 with end terminals and connectors Type 800-PV 40, Type 801-PV 40, Type 802-PV 40, Type 804-PV 40, Type 810 (incl. Type 813/814)-PV 40, Type 811-PV 40, Type 812 (incl. Type 813/814)-PV 40, Type 840-PV 40 or Type 854-PV 40 is designed for the characteristic tension resistance 405 kN respectively for the design tension resistance 245 kN.

 PFEIFER Seil- und Hebeltechnik GmbH Dr.-Karl-Lenz-Str.66 87700 Memmingen Tel.: 08331/937 - 0 Fax: 08331/937 - 350 E-Mail: cablestructures@pfeifer.de	PV Charakteristische Zugtragfähigkeiten Z _{Rk} und Grenzzugkräfte Z _{Rd}	Anhang 12.1 Annex 12.1 zur europäischen technischen Zulassung to European technical approval ETA-11/0160
	PV Characteristic tension resistances Z _{Rk} and design tension resistances Z _{Rd}	

(二)防蝕保護

本案採用 Full Locked 鋼纜內圈係採用複層鍍鋅平行鋼絲，外圈層採用單層 Z 型鋼絲，各部位鋼纜之防護等級及防護對策，應依照 EN 1993 - 1 -11 構件重要性等級施予對應防護措施，其標準至少不低於 Z 型鋼絲需符合 ASTM A856A/856M 之 GALFAN 保護層，平行鋼絲及 Z 型鋼絲之間需以油性鋅粉或蠟性鋅塗料填充，鋼纜防蝕保護需符合 EN10244-2 要求。

本案使用	型號	構件等級	暴露等級
鋼纜(本次廠驗)	PV1010	Group B	Class 3
穩定索(抗風索)	PV150	Group B	Class 1

(三)鋼纜長度控制

鋼纜長度控制為精確評估鋼纜成品索力學行為及裁切長度等，下列因素應妥為考量

a. 潛變伸長量：

鋼纜安裝後持續載重下的潛變伸長量不得大於 0.03%鋼纜長度；承包商若無潛變評估參數，則需進行為期兩個月鋼纜潛變試驗。

b. 鋼纜預拉(Prestretch)：

所有鋼纜均需經過預拉程序，其鋼纜彈性模數不得少於設計值。預拉詳細程序依承包商建議為之，惟不得少於 5 個載重循環且循環載重不得超過 0.55 鋼纜斷裂強度或 6000kN。

c. 安裝溫度：

鋼纜應於恆溫或可調控溫度條件下生產，惟鋼纜安裝實際長度的計算應考量生產及安裝的溫差效應，且相關作業溫度應妥為紀錄。

d. 索夾伸長量：

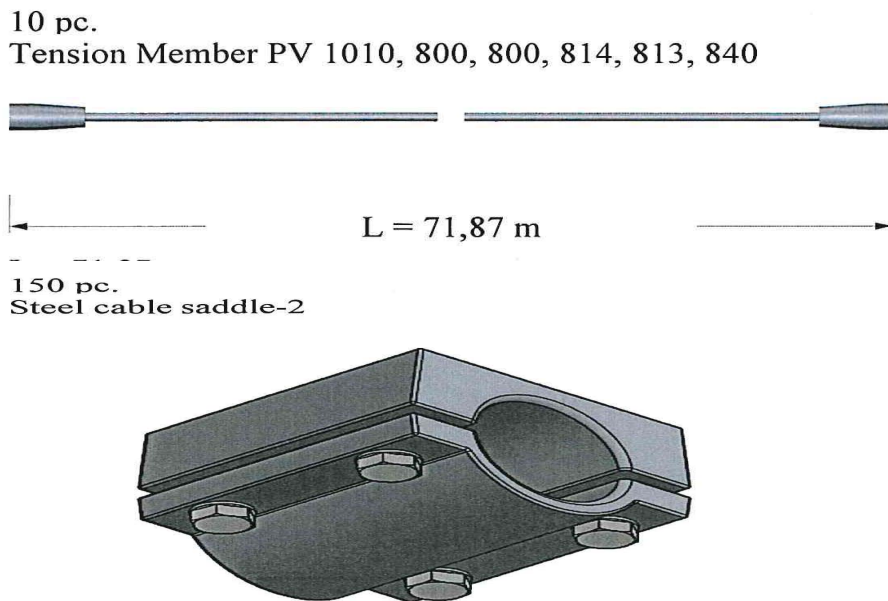
鋼纜實際長度計算應考量索夾對鋼纜的側壓及扭轉效應引致之局部伸長量。

e. 容許誤差量：

鋼纜實際長度之容許誤差量 $\Delta L \leq \pm \sqrt{(鋼纜長度 L 單位公尺 + 5mm)}$ 。

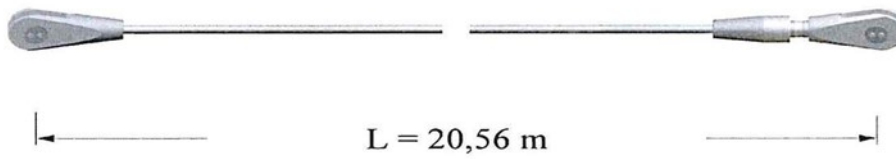
(四)鋼纜材料配件型式及數量

Pfeifer PV1010 dia=100mm L~ 72 公尺 主鋼纜 10 pc (含兩端接頭，以及桁架底部固定鞍座 Saddle 150 pc)，端部構件型式及尺寸如附件一所示。

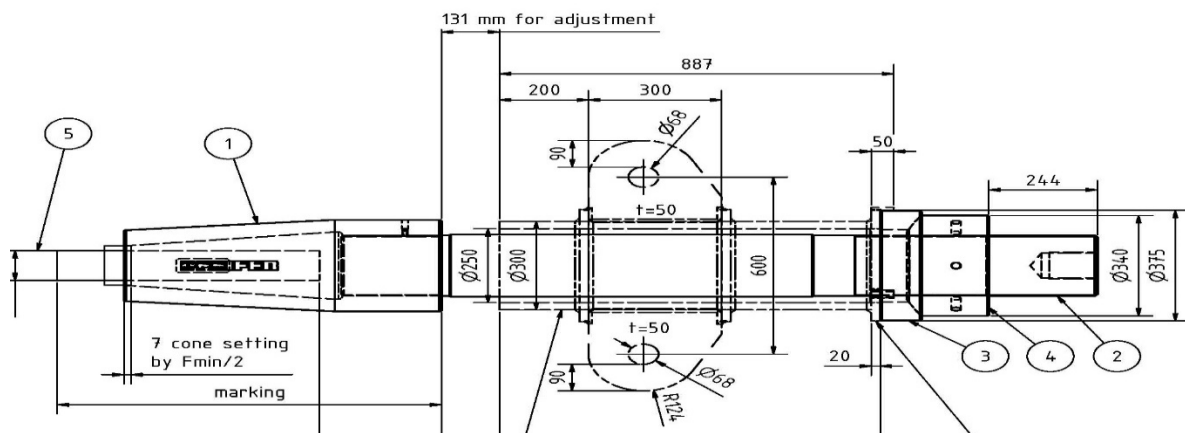


1. Pfeifer PV150 dia=40mm L~21.5 公尺 抗風鋼纜 40pc (含兩端接頭)，端部構件型式及尺寸如附件一所示。(非本次廠驗材料)

40 pc.
Tension Member PV 360, 700, 710



(五)主鋼纜相關構件



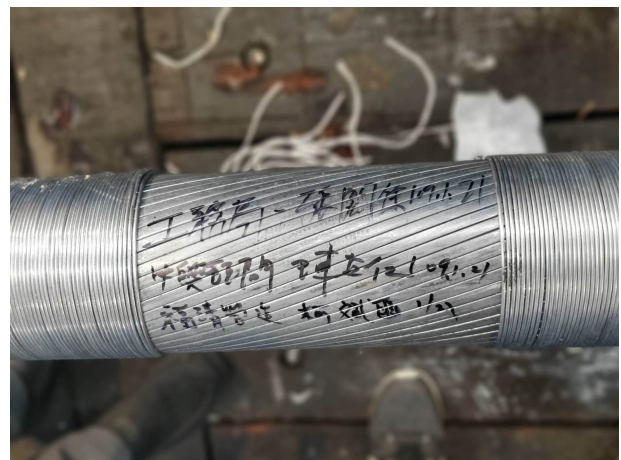
1. Conical spelter socket IG cast 800(端部錨定構件錐形鋼纜固定座)
2. Treaded rod 850 PV1010(端部錨定構件螺紋桿件)
3. Spher. Washer 852 PV1010(端部錨定構件圓形墊圈)
4. Spher. Nut 851 PV1010 B ds100(端部錨定構件圓形螺母)
5. Cable PV1010 ds100-VVS-3-1570(PV1010 主鋼纜)

(六)試驗

本次主鋼纜材料(PV1010)試驗於109年1月21日荷蘭MENNEMS實驗室進行拉力測試，由工務局2員、專案管理暨監造單位1員、統包商1員及地偉達公司2員合計6員共同參與試驗，本案所有的鋼纜PV1010(主鋼纜)、PV150(穩定索)在工廠製造時，都須經拉力測試，其目的為確認鋼纜材料及其構件是否能達到材料的特徵斷裂強度，以及鋼纜材料皆經過5次循環載重的測試始合格。



鋼纜斷面(鋼纜內圈係採用複層鍍鋅
平行鋼絲，外圈層採用單層Z型鋼絲)



端部錨定構件螺紋桿件



鋼纜試驗照片



鋼纜拉力破壞情形



依據：

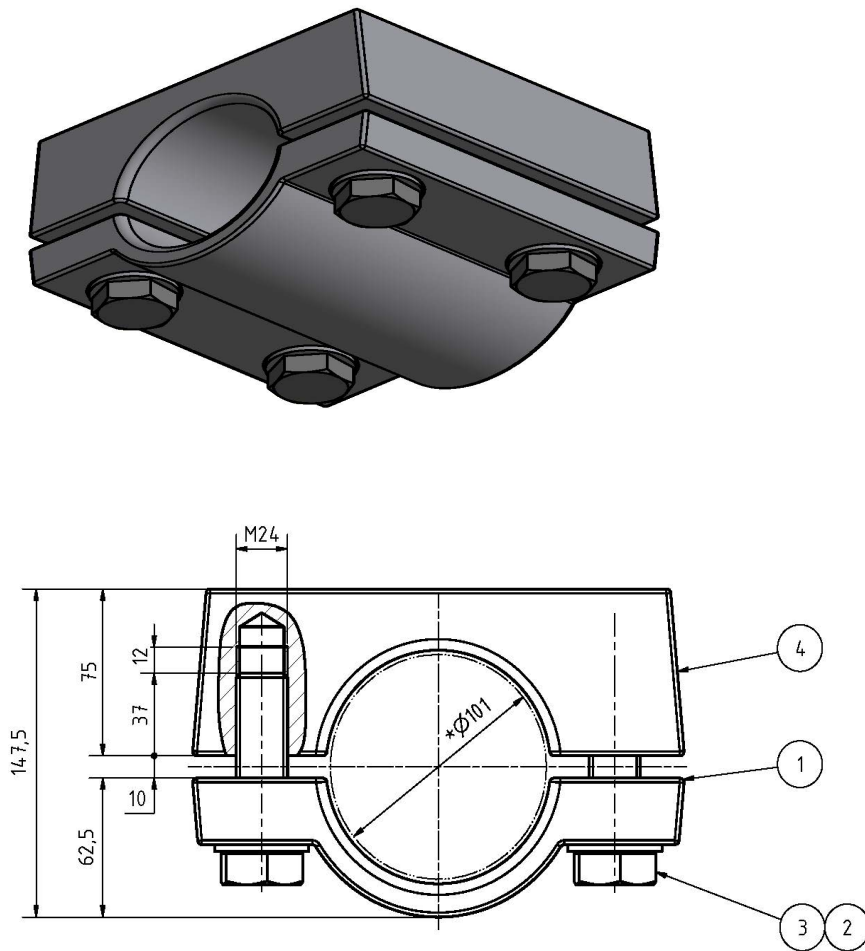
PV1010 鋼纜構件強度測試結果如附件三試驗報告，報告中第一項測試依據會展中心設計圖 S1-13(附件一)第五項鋼纜，第 6 點，第 b 點鋼纜預拉中規範，所有鋼纜需經過預拉程序，其鋼纜彈性模數不得小於設計值。預拉詳細程序依承包商建議為之，為不得少於 5 個載重循環且每個循環的載重不得超過 0.55 鋼纜斷裂強度或 6000kn，本案鋼纜施拉強度為 800kn(施加預力)，而鋼纜斷裂強度為 $10100\text{kn} \times 0.55 = 5555\text{kn}$ ，所以 5 個循環載重需介於 800kn 以上，5555kn 或 6000kn 以下。

試驗結果：

PV1010 極限降伏應力為 10100KN，上圖本次發生鋼纜極限拉力破壞值為 10250KN，試驗結果符合。

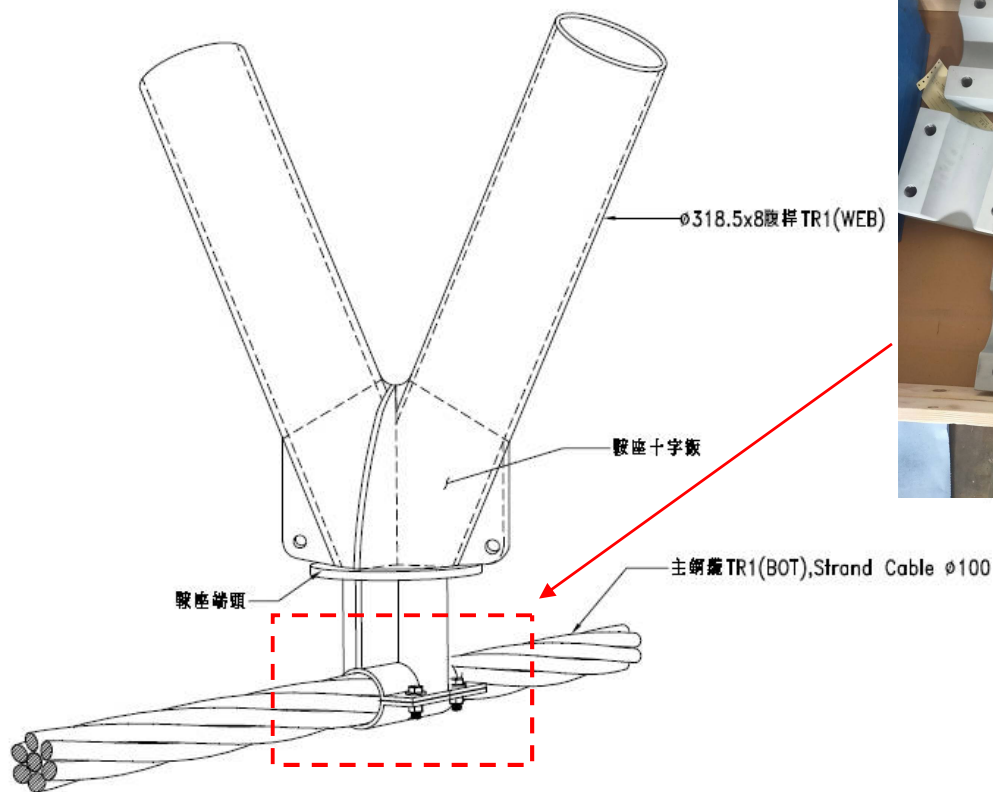
六、夾具 Saddle (鞍座/索夾)試驗

鋼纜 Saddles(索夾)主要目的為固定鋼纜，PFERFEI 依據歐洲規定設計符合本工程需求的 Saddles(索夾)，其型式、材質皆都須符合會展中心設計圖說規定，Saddles(索夾)構件樣式及說明如下：



- 1.Saddle cover PV1010 (鞍座蓋/夾具蓋)
- 2.Scheibe DIN-EN-ISO 7089 24 (圓墊片)
- 3.6kt-Schraube ISO 4017 M24x80 (M24x80 螺栓)
- 4.Saddle base PV1010 (鞍座/夾具)

(一)3D 示意圖

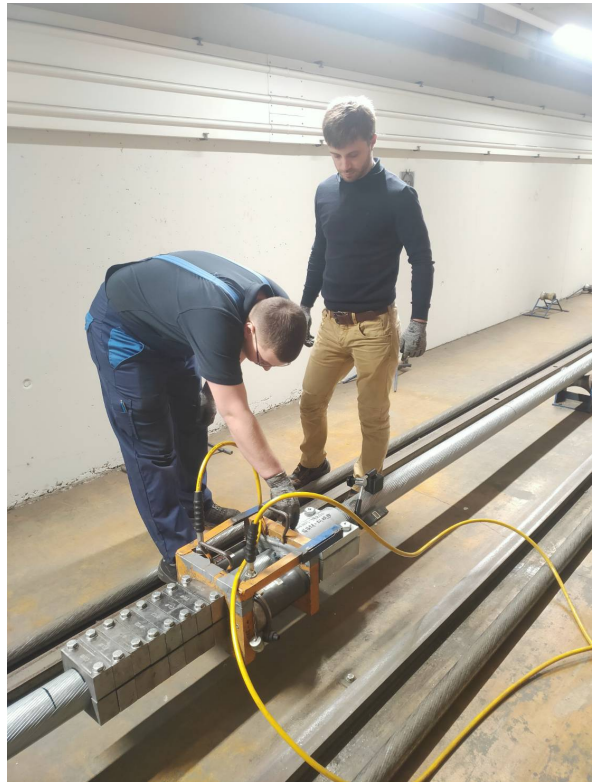
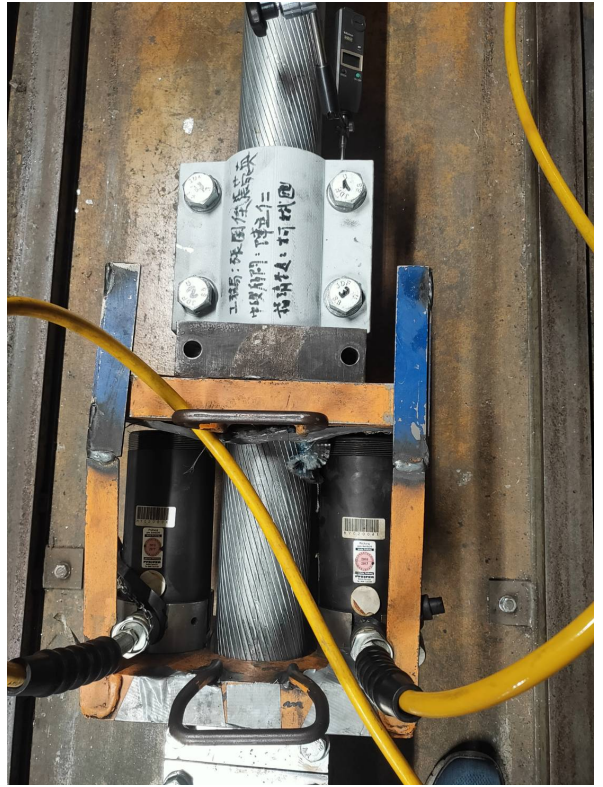
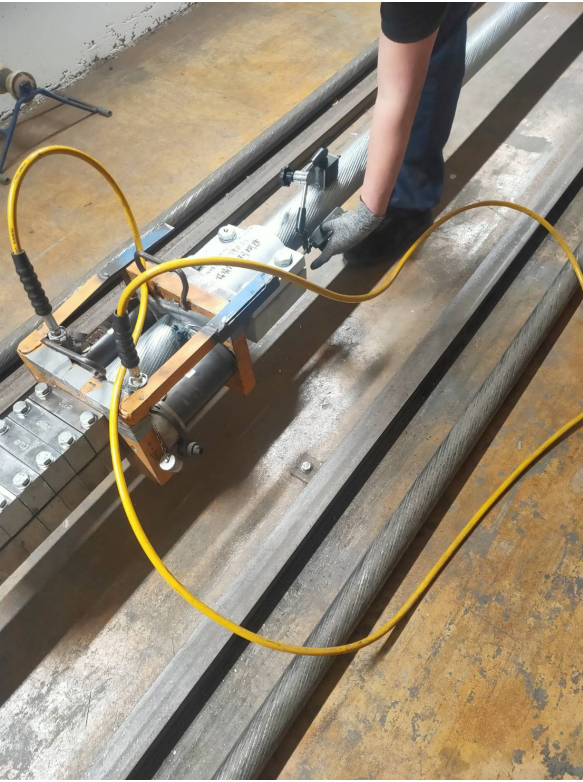


TR1桁梁下弦結構接合 3D示意圖

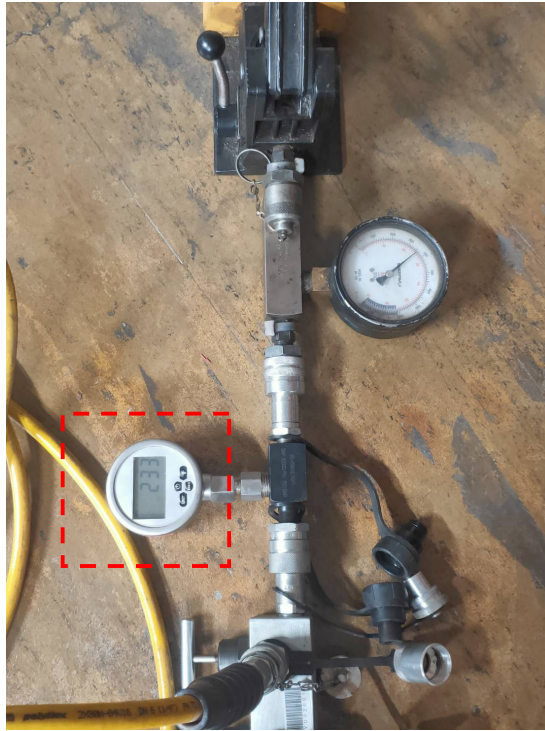
(二)試驗

夾具試驗於 109 年 1 月 20 日德國 PFERFEI 公司進行 Sliding test(滑動測試)共五組，Saddle(夾具/索夾)滑動試驗，是依據 PFEIFER 鋼纜原廠依據本案設計，計算出 Saddle(夾具/索夾)所需之抗滑動能力。鋼纜索夾應妥為設計，避免發生索夾與鋼纜的縱向滑移，且索夾的側壓利亦應滿足相關設計要求。試驗由工務局 2 員、專案管理暨監造單位 1 員、統包商 1 員及地偉達公司 2 員合計 6 員共同參與試驗。

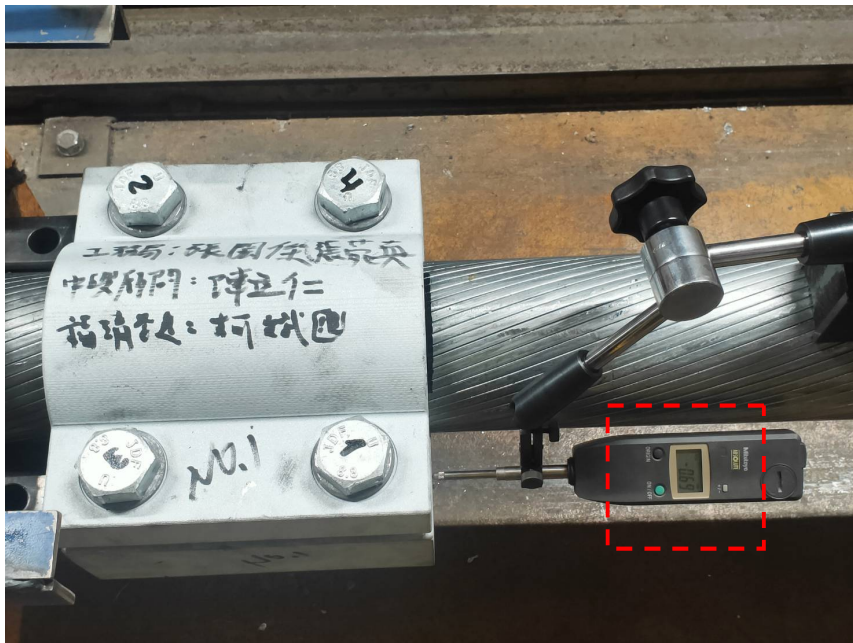
試驗構件名稱	試驗項目	試驗組合配件	試驗依據
Saddle(夾具/索夾)	Sliding test(滑動測試)	With one original saddle and with sample piece of cable incl. sockets. (PV1010 鋼纜加上端部構件樣品，及原尺寸夾具構件)	PFRIFER Saddles Calculate 3. Verification clamp slipping according (F Ed11 / F Rd11 = 0.64 < 1)



油壓裝置



試驗過程照片



試驗說明：

試驗採用鋼纜直徑 100mm 一組(鋼纜及索夾)，藉此測試鋼纜及索夾的磨擦係數，索夾的摩擦力依較高的軸向張力及鋼纜直徑而異，本次 Saddle(夾具//

索夾)與 PV1010 鋼纜滑動試驗，此試驗會做 5 組，將 5 組數據統計分析出結果。上圖油壓表顯示最大加壓至 233Bar，下圖產生微量變位，經換算 233Bar 約等於 238kg/cm²。

依據會展中心設計圖 S1-13 (附件一)第六項鋼纜配件，第 6 點索夾抗滑動試驗以及索夾設計計算書規範，事涉專業程度，經地偉達公司表示如附件三 p.4 滑動驗證計算，施作索夾抗滑動測試。驗證方視為夾具設計分力 $F_{Ed11} = 30\text{kn}$ ÷ 極限滑動力(實際測試力) F_{Rd11} 必須小於 1，此測試做 5 組如附件三 Sliding test 報告中 5 組測試最小的極限滑動力為 9.4t = 94kn，所以 $F_{Ed11} \div F_{Rd11} = 30\text{kn} \div 94\text{kn} = 0.319 < 1$ 所以是符合設計要求。該試驗報告後續由專案管理計監造單位協助本局判讀。

七、效益評估

本案既為國際型展覽館，統包商於競圖時為提高整體材料使用品質及提高競爭力，投標時已將地偉達公司列為協力廠商，該公司具有國內外橋梁及建築多年實務經驗，尤其本案為該公司將鋼纜運用於國內建築工程的第一案。另洽詢結構設計公司表示，本案建築使用之鋼纜和一般橋梁所使用的不同，且國內案例較少，一般經驗都是採用國外進口。為符合會展中心圖說設計規範，且為汲取國外材料試驗經驗，慎重起見本次試驗由主辦單位及專案管理暨監造單位確認試驗結果是否符合圖說規範。俟材料試驗完成後，原預定後2月開始材料陸續從德國船運送高雄港，因新冠肺炎疫情延到4月陸續進工地，整體鋼桁架及鋼纜預定於5月至7月施作及組裝。本展覽場規劃為81m x 132m的無柱空間，屋頂結構採用11組中央深度達8.5m的Cable TRUSS鋼索桁架，每組Cable TRUSS跨度81m，亦是國內首座實績，此亦可為台南行銷，成為新的觀光景點及成為國際具競爭力的會展中心。又本案廠商有意願爭取金質獎，此部分之鋼纜設計較為獨特，能提高獲獎之機率。

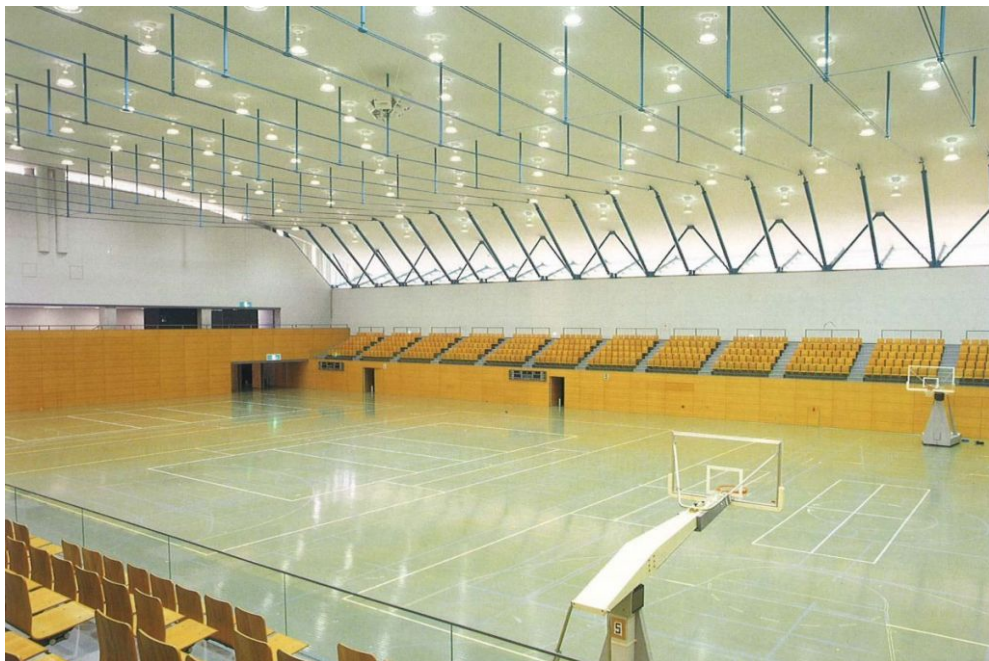
可預期未來將吸引各產業進駐及舉辦國際型的展演，並可提供1000人使用之國際會議廳，以活絡在地產業及激發新興產業潛能，具備服務業及多元整合之特性，可促進有形及無形商品之銷售，帶動產業發展及轉型，且具備產業展示櫥窗功能，結合第二級產業加工製造，第三級產業行銷、餐飲與觀光，增加經貿收益，擴大就業機會，帶動大臺南經濟發展及轉型等實質效益。

八、國外建築運用鋼纜案例

本展覽場規劃為 81m x 132m 的無柱空間，屋頂結構採用 11 組中央深度達 8.5m 的 Cable TRUSS 鋼索桁架，每組 Cable TRUSS 跨度 81m，橫跨在二棟的屋頂結構上，利用二側結構體作為展場屋頂的主要支撐架構。鋼索具有極高之拉張力，使結構得以輕量化並同時符合大跨度無柱的需求。



案例 1：いちき串木野市総合体育館



案例 2：日本酒田市国体記念体育館



案例 3：Tokyo International Forum



案例 4：上海浦東機場

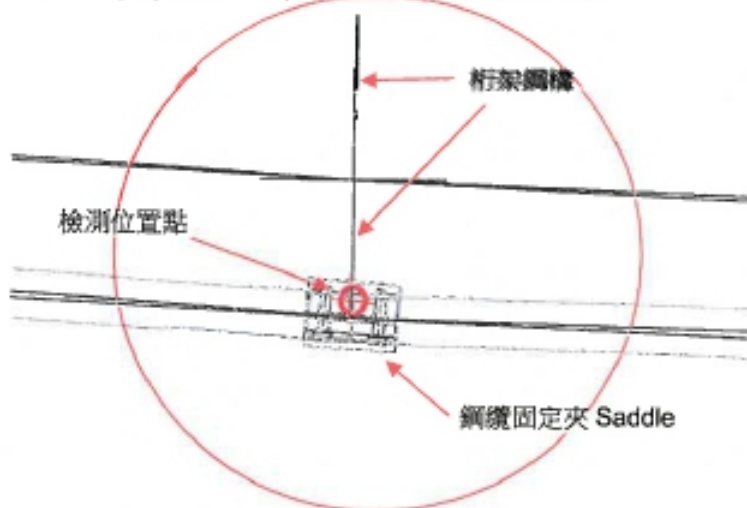
九、心得及結論

展覽館桁架結構下弦桿採用鋼纜而非鋼管，整體建造成本提高，但換來桁架自重減輕，鋼管尺寸得以變小，整體屋頂桁架結構呈現更輕巧的結構，室內視野所及，賦予參觀者更開闊及漂浮的意象。在國內鋼纜多使用於橋梁工程，鮮少用於建築物主結構，建築師意圖以桁架結構轉換成「鯨鯨（鯨魚）」意象，有如魚骨般的輕巧及具飄浮感，以成為該展覽館之一大特色。一進大跨距及挑高之中庭大廳即可見 13 公尺高的磚砌造型牆，兼具氣派及開闊感；另外牆呼應古城的城牆意象，未來將成為台南地區視覺的焦點及高鐵站新門面。

有鑒於南方澳跨港大橋坍塌後，橋梁安全引發關注。具國家實驗研究院國震中心表示，近年各地爭蓋地標型橋梁，常用鋼纜吊高，具美觀且富張力，但鋼纜卻不在我國目前橋梁檢測範疇內，可見鋼纜在傳統是重設計而輕維護。本案主鋼纜在地面施拉的施工階段時，僅需施以約 800KN (80 噸桁架重 * 9.81 = 800KN) 鋼纜拉力以平衡單組桁架自身重量，再加上屋頂重量及風壓等，組裝後承受拉力遠小於極限應力 10100KN，為慎重起見，如有地震災害或維護及檢測相關茲請地偉達公司提出說明節錄如下

四、鋼纜結構系統檢測方式

鋼纜檢測分為連續性檢測以及特殊原因的檢測(如，風災後、地震以及火害後等)。鋼纜檢測作業需先在鋼纜安裝完成後佈設檢測位置，鋼纜結構系統端部佈設位置在鋼纜端部與 Conical spelter socket IG cast 800(端部錨定構件錐形鋼纜固定座)接合位置，此處佈設檢測方式則需在鋼纜安裝及施加預力後，於鋼纜與錐形鋼纜固定座之間，進行初次量測並記錄及以明顯色調之標示筆作標示如圖示，以利後續檢測時辨別鋼纜端部與錐形固定座是否有異動(間隙)。



A. 連續性檢測：

鋼纜結構必須一季一次持續觀測，不須特殊機具且人力所能到達，連續性檢視僅以目視觀察，併作為紀錄。

連續性檢測觀察項目如下：

1. 鋼纜結構系統之鋼纜端部狀況。
2. 鋼纜結構系統之鋼纜固定夾(Saddle)狀況。
3. 鋼纜結構系統固定夾(Saddle)高程及位置檢測。(此資料須與施工驗收時的檢測資料比對)

B. 特殊原因的檢測：

本項檢測需在極端天候情況後執行，包含地震、嚴重火害或其他可能情況候辦理。特殊原因的檢測項目大部分與連續性檢測的內容相同，但需增加屋頂鋼構之檢測。

C. 鋼纜結構系統維護

PFEIFER Cable Systems Full Locked Cables PV1010 VVS-3/ PV150 VVS-2，鋼纜內圈係採用複層鍍鋅平行鋼絲，外圈層採用單層 Z 型鍍鋅鋼絲鋼纜材料，所以鋼纜材料是從裡到外的鋼絲皆為單獨鍍鋅後，再進行鋼絲材料纏繞結合製造生產出客戶所需要的鋼纜。

所以基本來說，PFEIFER Cable Systems Full Locked Cables PV 型式的鋼纜是不需要任何維護保養的，除非是因外力造成鋼纜損傷。

依上開後續營運由主管機關(或 OT 廠商)委託專業檢查機構約 1 季檢查一次，本案鋼纜運用於室內且表面有防鏽處理，表面材質耐用程度較一般橋樑鋼纜為高，在結構安全方面另洽詢結構技師，10 條鋼纜比照橋樑安全設計機制，如有一條因外力或其它作用下造成鋼纜滑脫或斷裂等，其它鋼纜亦有足夠之支撐應力不致會造成屋頂崩塌。

鋼纜、鋼桁架一般說明
一、 總則
1. 本圖說工程位置係位於展覽會場上方之屋頂鋼構工程(建築柱線E~F, 1~12)。
2. 本圖說工作範圍包含但不限於完成鋼桁架及鋼纜安裝架設所需之分析計算、產品製造、材料儲存、構件運輸、現場吊裝、預力施拉及安裝校正等工作項目。
3. 鋼材除本圖說特別規定外，仍應依相關圖說規定，如本圖說規定未臻完整，則應優先參考ASCE19及EN199-1-11之相關規定，提請施工工程司查釋後據以辦理。
4. 鋼桁架相關詳圖按合圖節未指定者，係採全透接處理，其型式依廠商建議，經設計單位確認後採用。
5. 鋼纜配件之設計應符合EN1993-1-11之相關規定，並呈送檢算文件送審。
二、 產品名稱
1. 鋼纜 Strand/Cable/Rope
2. 索夾 Clamp
3. 鞍座 Saddle
4. 套筒 Socket
5. 鋼纜棒 Tension Rod
6. 穩定索(抗風索) Stabilizing Cable
7. 端裝裝置(端裝索) End Fitting / Termination / Anchorage
8. 端部連結裝置 End Connectors (Fork, Swage, and Socket Type)
9. 鋼纜配件 Fittings (End Fitting, Connector, Clamp, Saddle, and its Componets)
三、 設計依據
1. 鋼桁架
(1) 建築物耐震設計規範及解說 (民國100年7月版)
(2) 建築物耐風設計規範及解說 (民國103年6月版)
(3) 鋼結構極限設計法規範及解說 (民國99年6月版)
(4) 鋼構造建築物鋼結構施工規範 (民國96年8月版)
(5) General rules and rules for buildings, EN 1993-1-01(05)
(6) Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges, AISC 303-10
(7) Specification for Structural Steel Buildings, AISC 360-10
2. 鋼纜及相關裝置部件
(1) Structural Applications of Steel Cables for Buildings, ASCE 19-10
(2) Design of structures with tension components, EN 1993-1-11(05)
四、 設計載重
1. 一般規範
(1)附加靜載重 系統、桁條及太陽能板 140 kgf/m²
(2)屋頂活載重 60 kgf/m²
(3)設計風壓力 依規範
(4)設計地震力 I=1.25
(5)設計溫度力 ΔT = +/- 25℃
2. 特別需求
(1)展場鋼桁架吊重需滿足以下全部條件,其載重吊點位置以吊耳提供之連接位置為限:
a.單一點吊重不得大於 1.0 ton
b.屋頂總吊重不得大於 50 ton
c.單一桁架總吊重不得大於 15 ton
d.相鄰任意兩座桁架之總吊重不得大於 15 ton
五、 鋼纜
1. 材料規範
鋼纜:
(1) DIN EN 12385-1, Steel wire ropes - Safety - Part 1: General requirements
(2) DIN EN 12385-2, Steel wire ropes - Safety - Part 2: Definitions, designations and classification
(3) DIN EN 12385-10, Steel wire ropes - Safety - Part 10: Spiral ropes for general structural applications
鋼纜之鋼索(Individual Wires in Cables):
(1) DIN EN 10264-1, Steel wire and wire rope products - Steel wire for ropes - Part 1: General requirement
(2) DIN EN 10264-2, Steel wire and wire products - Steel wire for ropes - Part 2: Cold drawn non-alloyed steel wire for ropes for general applications
(3) DIN EN 10264-3, Steel wire and wire products - Steel wire for ropes - Part 3: Round and shaped non alloyed steel wire for high duty applications
(4) DIN EN 10244-2, Steel Wire and Wire Products - Non-Ferrous Metallic Coatings on Steel Wire - Part 2: Zinc or Zinc Alloy Coatings

2. 材料性質
(1)鋼纜種類: Full Locked Coil Cable
(2)單位重 w: 830 x 10⁻⁷ N/mm³
(3)彈性模數 Es: 160±10 kN/mm²
(4)膨脹係數 α: 1.2 x 10⁻⁵ 1/℃
(5)最大張力強度: Fuk ≤ 1570 N/mm²
(6)索力構件等級: Group B Class
3. 斷裂試驗 Full Locked鋼纜內圈係採用較厚鍍鋅平行鋼絲，外圈層則採用單層Z型鋼絲，各部位鋼纜之防護等級及防護對象，應依照EN 1993-1-11構件重要性等級給予對應防護措施，其標準至少不低於Z型鋼絲符合ASTM A856A/856M之GALFAN 保護層，平行鋼絲及Z型鋼絲之間需以油性鋅粉或蠟性鋅塗料填充，鋼纜防護保護層符合 EN10244-2 要求。
鋼纜系統得搭配展場主動式消防灑水系統控制火場溫度，其材料需滿足火場溫度要求並依建築技術規則防火構造相關規定辦理。承包商得依其鋼纜系統特性研提替代方案，經施工工程司可後據以施工。本案初步規劃如下，
4. 防火要求
鋼纜系統得搭配展場主動式消防灑水系統控制火場溫度，其材料需滿足火場溫度要求並依建築技術規則防火構造相關規定辦理。承包商得依其鋼纜系統特性研提替代方案，經施工工程司可後據以施工。本案初步規劃如下，
5. 特徵斷裂強度 Fk:
鋼纜長度控制為精確評估鋼纜或品來力學行為及裁切長度等，下列因素應視為考量：
a. 潛變伸長量：
鋼纜安裝後持續載重下的潛變伸長量不得大於0.03%鋼纜長度；承包商若無潛變評估參數，則需進行為期兩個月鋼纜潛變試驗。
b. 鋼纜預拉(Prestretch):
所有鋼纜均需經過預拉程序，其鋼纜彈性模數不得小於設計值。預拉詳細程序依承包商建議為之，惟不得少於5個載重循環且每循環的載重不得超過0.55鋼纜斷裂強度或6000kN。
c. 安裝溫度：
鋼纜應於恆溫或可調溫度條件下生產，惟鋼纜安裝時實際長度的計算應考量生產及安裝的溫差效應，且相關作業溫度應視為紀錄。
d. 索夾伸長量：
鋼纜實際長度計算應考量索夾對鋼纜的擠壓及扭轉效應引發之局部伸長量。
e. 容許誤差量：
鋼纜實際長度之容許誤差量 ΔL ≤ +/-r (鋼纜長度L單位公尺+5mm)。
7. 斷裂張力試驗(Tensile Strengin)
試驗依據: EN 12385-1, 或同等規範。
合格要求: Fuke ≥ Fuk, Fke ≥ F0.2k (註)
取樣頻率: 鋼纜直徑100mm取一組試體(鋼纜含兩端端裝裝置)，鋼纜長度至少5,000mm且其每組鋼纜的取樣長度精度需小於1/100mm。
說明: 鋼纜張力強度試驗係藉由單軸向加載以決定鋼纜的實際特徵斷裂強度 Fuke。張力試驗停止的認定標準為，當軸向載重持續增加時，而鋼纜強度無法增加時，則認定鋼纜已達到特徵斷裂強度。此時若鋼纜 Fuke ≥ Fuk則視為合格，如端裝裝置試驗過程中產生任何裂損破壞亦視為失敗。
註: a. Fuk(Fuke) The Characteristic Value of the (Experimental) Breaking Strength
b. F0.2k(Fke) The Characteristic Value of the (Experimental) Proof Strength of the Tension Component according to EN 10264-2 for Round Wire, EN 10264-3 for Z-Profile Wire。
8. 送審資料
鋼纜進場安裝前承包商需送以下檢核報告：
(1)鋼纜與端裝裝置拉拔試驗，應使用本案鋼纜尺寸進行試驗
(2)鋼纜製造商(鋼纜細部尺寸、形狀、製造、測試及安裝細節)
註: 承商所提鋼纜產品，需符合ETA認證要求。
(3)產品資料(包含但不限於製造項目之材質認證及試驗結果)
(4)產品保證書(製造商應出具結構構件五年、非結構構件一年之產品保證書)

六、 鋼纜配件(Fittings)等
1. 材料性質
(1)端裝裝置錐形固定件: Fy ≥ 630 MPa, Fu ≥ 780 MPa錐鋼材質，且符合 DIN SEW 520規範之G18NiMoCr3-6或同等品。
(2)索夾: Fy ≥ 355 MPa, 且符合S355或同等品。
(3)端裝插銷: (端部連結裝置之固定鋼纜用)
材質應符合下列規定其中之一：
a. AISI 5160鋼, Fy ≥ 765MPa, Fu ≥ 889 MPa。
b. DIN EU 10083(歐洲規範) 34CrNiMo6V, Fy ≥ 700 MPa, Fu ≥ 900 MPa。
c. 或同等品。
(4)端裝索筒: 依圖號S11-06之說明3.辦理。
2. 填充材料
(1)鋼纜於端部端裝裝置內以Wirelock閉鎖或 Zamak鋅合金填充固定。
(2)端部連結裝置之螺絲構件內填充材料應採用ASTM B6或EN13411-4規範指定為同等或更高於「高質量鋅粉(high quality zinc)」規格。
3. 防銹系統等級
(1)端部端裝裝置須以熱浸鍍鋅防腐保護，其鍍鋅等級依承商送件建議之。
(2)鋼纜配件之相關鋼構表面應符合ASTM A148 Grade 80-50。
4. 防火要求
鋼纜系統得搭配展場主動式消防灑水系統控制火場溫度，其材料需滿足火場溫度要求並依建築技術規則防火構造相關規定辦理。承包商得依其鋼纜系統特性研提替代方案，經施工工程司可後據以施工。本案初步規劃如下，
5. 設計需求強度：
(1)端裝裝置及端部連結裝置之螺絲構件，應該能承受100% 鋼纜特徵斷裂強度，而不允許發生降伏。
(2)端裝索夾應為設計，避免發生索夾與鋼纜的縱向滑移且索夾的側壓力亦應滿足相關設計規範要求。
6. 索夾抗滑動試驗(Friction Coefficient)
試驗依據: EN 1993-1-11, Annex A, 或同等規範。
合格要求: μ ≥ 0.1或索夾設計計算摩擦係數，且滿足EN 1993-1-11, Eq.6.9
取樣頻率: 鋼纜直徑100mm一組(鋼纜含索夾)，其相關細節依原廠規定辦理。
說明: 鋼纜與鋼纜配件的摩擦係數應藉由試驗決定，且索夾側壓力亦可因較高之軸向張力及較細鋼纜直徑而異，因此採試驗方式予以決定。
7. 送審資料
材料進場前承包商需送以下檢核報告：
(1)索夾抗滑動試驗，抗滑動力量須由承包商提供分析數據，經工程司核可。
(2)鋼纜相關端裝裝置的強度適用性，承包商應提供其裝置之連結強度(Proof Load Test)的獨立測試說明，以證明其產品強度適用於本案工程。
8. 特殊要求
(1)索夾與主結構鋼構接合部之加工精度及焊接細節要求，承商製作前應與鋼構廠商確認。
(2)主鋼纜之端部端裝裝置為兩端均為活動端，兩端同時施加頂拉力。
(3)穩定索(抗風索)為兩端均為端部連結裝置，僅單邊施加頂拉力並由以下條件組成
a. 固定端: 套筒式端部連結裝置(Speller Socket)及固定插銷
b. 活動端: 錐形連結套筒(Conical Socket), 基座端裝螺絲、套筒式端部連結裝置(Speller Socket)及固定插銷。
七、 鋼纜施工注意事項
1. 本工程之鋼纜及相關配件，應由單一廠商負責產品的生產、製造。
2. 鋼纜工程的端部端裝裝置、端部連結裝置、套筒配件、索夾、鞍座等之鋼纜配件的表面包裹保護，僅允許於安裝前予以拆除，以避免造成任何表面行損。尤其安裝前應徹底再次確認鋼纜及鋼纜配件產送過程是否造成任何防銹系統刮痕、去管螺牙及鋼索損傷等現象。如有損傷應立即予以修復，對於熱浸鍍鋅防腐系統的表面損傷，得按照ASTM A780規定以醇酸漆塗料予以修復。
3. 鋼纜通常以環形鐵桶或線卷方式運送、儲存於施工現場，承商於拆解鋼卷作業過程，應以妥善方式或設備控制拆解鋼卷的過程(譬如：解卷施工架)，作業應隨時注意避免鋼纜發生軸向扭轉、鋼纜與物體尖銳硬面摩擦損傷、鋼纜下垂的彎曲挫曲(鋼纜活動支承座之支撐間距應控制使鋼纜懸垂半徑大於15倍鋼纜直徑)或鋼纜防銹系統損傷等情形。鋼纜安裝過程及安裝後，亦應確認不得發生鋼纜扭轉現象。
4. 鋼纜配件均須經過鋼構之非破壞檢測(PT, MT, UT, RT等)，其合適之非破壞檢測方式、頻率及合格標準，則得依承商所送件之建議，經施工工程司核可後據以辦理。
5. 鞍座及鋼纜索夾與鋼纜曲面接觸面，不得有任何突出物、尖銳角與邊線，且曲面接觸面需塗抹充分之油脂，以確保鋼纜使用期間不會與鞍座或索夾的部件端緣接觸，而造成折角。
6. 鋼桁架地錨加預力及安裝過程，應妥善安排相關結構構件之安裝順序及吊裝方式，以避免鋼桁架整體或局部發生軸向穩定性挫曲問題。
7. 承包商應就設計圖說鋼纜設計高程曲線(C.G.S. Profile)及鋼纜初始設計預力，研擬其採用鋼纜系統所配置鋼纜斷面尺寸、材料性質、鋼纜配置曲線、端裝裝置及鋼纜配件裝置等細節，於施工前送交施工計畫，經施工工程司核可後據以施工。

該施工計畫書內容至少應包含下列項目之圖說或檢核計算：
(1)鋼纜系統及端裝裝置之構造及設計計算細節。
(2)端部連結裝置與屋頂鋼構連結方式。
(3)鋼纜索夾設計及與鋼結構連結方式。
(4)鋼纜系統安裝計畫及鋼纜長度計算。
(5)鋼纜預力施拉步驟及安裝施工計畫。
8. 承包商研擬施工計畫步驟時，施工階段之鋼纜應力應依滿足 EN Code檢核準則：
(1)鋼纜初步施拉後數小時 fconst ≤ 0.60σ_{uk} (Fuk/Am)。
(2)鋼桁架吊裝及安裝階段 fconst ≤ 0.55σ_{uk} (Fuk/Am)。
八、 鋼纜施工注意事項
1. 鋼桁架屋頂施工承包商應考量工址現地條件，依其採用之設備、施工機具及施作能力等因素，妥為研擬包含但不限於架設工法、吊裝順序、臨時支撐方式及預力順序之施工計畫書，經施工工程司核可後方可據以施作；惟承包商應依前述所擬定之施工工法及施工步驟，辦理施工階段永久結構及臨時結構之安全性及施工應力檢核，其相關檢核費用已含於主體工程費不另計費。
2. 鋼桁架屋頂架設工法及吊裝順序，承包商應考量主建主施工計畫之順序，妥善研擬鋼桁架吊裝及鋼纜預力之施工動線及工序，如高於永久結構構造物上施工或設置臨時端裝裝置等，承包商應妥為擬定臨時結構保護計畫或永久結構保護計畫，併同吊裝施工計畫書，提送經施工工程司核可後，據以施作。
3. 鋼桁架屋頂架設所需之臨時支撐，承包商應考慮上部結構之重量、施工設施之載重、人員機具之活載重、振動力、衝擊力以及施工期間支撐系統可能承受之風力、衝擊力及地震力等，提送相關施工圖說及結構計算書等經施工工程司核可後，據以施作。
4. 承包商應依擬採用之架設方法與程序，妥為考量銜接程序、銜接方法、銜接技藝經驗、銜接收縮變形及各階段架設過程所衍生之變形等綜合因素影響，詳細計算鋼桁架屋頂架設所需預留長度及架設階段所需高度，並提送相關之結構施工圖說。為確保架設過程及完成後建築屋頂面與行台設計原意，施工階段檢核須妥為考量施工中之溫度、靜載重、架設機具及屋頂鋼桁架於架設階段對剛性之影響，檢核施工中各階段構材之彎度及應力，並將計算結果併同施工計畫書提送施工工程司，經核可後方可施作。屋頂鋼桁架架設完成後，應檢附架設過程中各階段之量測數值，或其他可供確認施工過程中之彎度或應力不超過原設計需求之實測紀錄、報告。
5. 承包商應考慮工期、製作施工進度、相關工作之配合時間、同工址其他工程配合條件、工址周邊環境、道路狀況、交通維持等因素，擬定妥善之架設安裝計畫書，經施工工程司核可後據以施作。安裝計畫書內應包括構件運輸、堆置計畫、安裝方法、安裝順序、使用機械性能及設置位置、架設用輔助支撐、支架及施工安全防護措施及其他架設鋼桁架所需之有關圖說及計算書等。
6. 鋼桁架於施工吊裝所用之臨時吊具應設置於墩板、隔板或加勁肋處，鋼桁架於施工前應提送吊裝臨時吊具設置位置、結構計算書及相關詳圖等，經細部設計單位確認及施工工程司核可後，方可施作。
7. 本工程除設計圖上註明對符號之位置外均應以雙面鋼板接合，不得以短料鋼板相接。惟單片鋼板(型鋼)長度超過12公尺以上時，可由承包商於施工前繪製鋼構製造圖，送請施工工程司核可後，據以裁切加工，惟仍不得將鋼板設置於同一平面。
九、 其他特別注意事項
1. 鋼纜承包商應提供鋼纜系統於結構服務使用期間之檢查及維護手冊，供營運業主留存，其相關標準則參考ASCE-19及ASTM E1571制定制定之。
2. 鋼桁架單元吊裝階段尚未解除吊車吊鉤前，鋼桁架與屋頂鋼桁架及屋頂斜撐之現場連結作業(需為螺絲尚未推斷之剛接型式)，其連結鋼索數量不得少於75%總鋼索支數，惟承包商應詳述施工階段分析，提送相關計算結果，經施工工程司核可後不在此限。
3. 鋼桁架單元於現場吊裝安裝後，於該日作業停歇前應立即安裝該桁架單元的上下兩側穩定索或安裝其他施工中穩定鋼索替代之，以提供屋頂構架軸向穩定機制。
4. 中央跨鋼桁架若為第一鋼架單元時，應仔細評估其跨度內所需垂直向及側向支撐架，以提供充足支撐強度及勁度。中央跨鋼桁架邊構架的P3斜撐柱及隔屏構架為桁架主要構件，應於安裝鋼桁架時一併安裝。
5. 鋼桁架安裝時，若鋼桁架的邊構架鋼柱底尚未澆灌收縮混凝土時，施工階段檢核需謹慎評估端裝螺絲柱貢獻之施工階段支撐強度。

CT28-A13

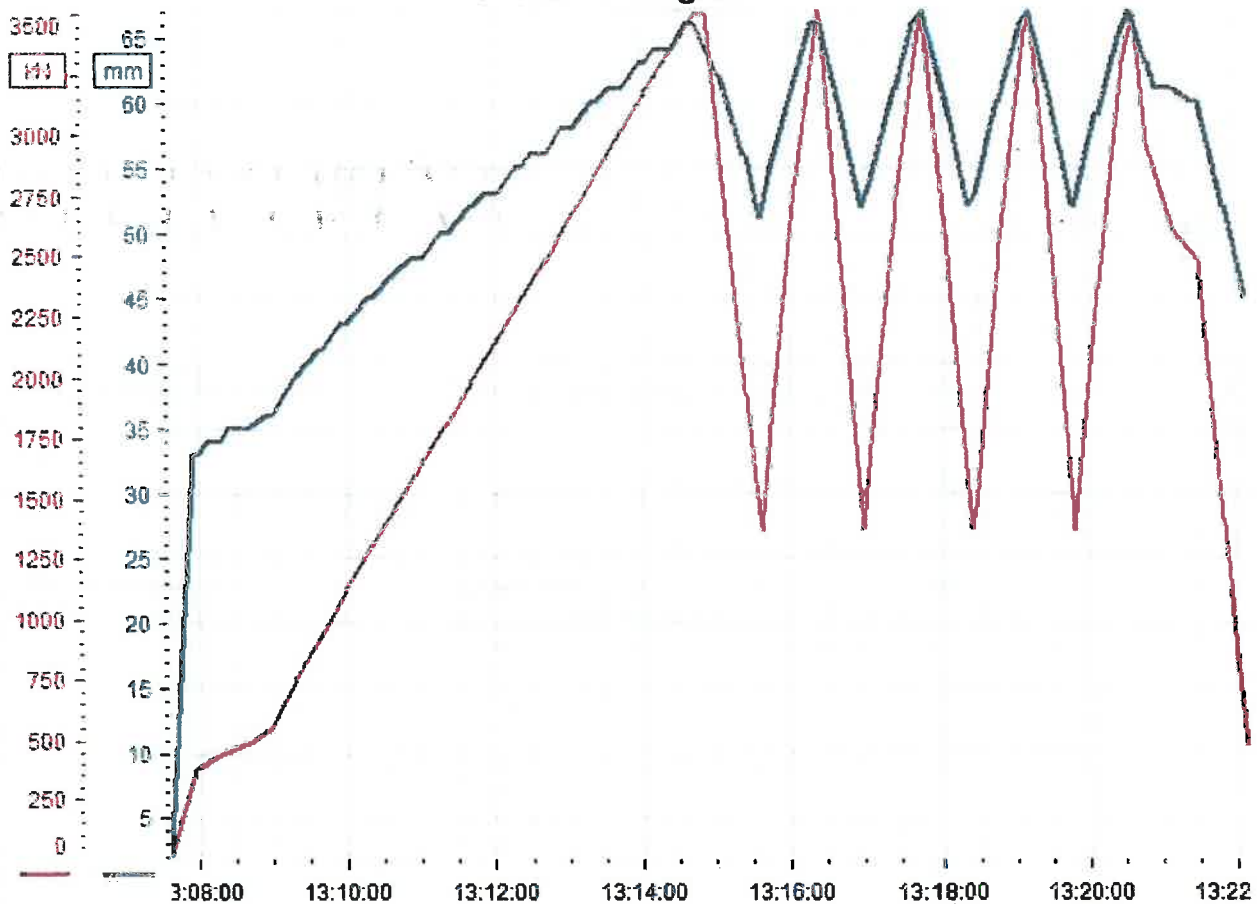
福清營造股份有限公司 互立機電工程股份有限公司 金光裕建築師事務所	工程名稱 PROJECT 興建大臺南會展中心統包工程	SCi 越偉工程顧問有限公司 Superleach Consultants International 台北市敦化南路一段183號5樓 TEL: (02)2781-5011 FAX: (02)2773-7697 E-mail: supertek@as12.hinet.net	圖名 TITLE 鋼纜、鋼桁架一般說明	說明 NOTES 細部設計第三階段定稿本	簽章 SIGNATURE	修正 REVISIONS		日期 DATE	2019.07.19	圖號 DWG NO. S1-13
						編號 REV. NO.	日期 DATE	編號 REV. NO.	日期 DATE	

1.10 Tensile Test

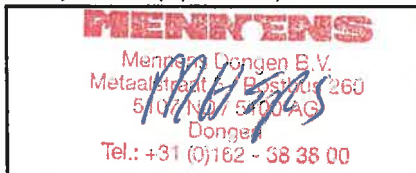
Klant / Customer	Pfeifer Seil & Hebetchnik	Omschrijving / Description	
Order / Order	7644869	Preload test rope	
Object / Object	Steel wire rope 100mm SSZ PV1010	5x between 1378 kn and 3500 kn	
Serie nr. / Serial No.		Opmerkingen / Remarks	Tainan Expo Center
Proeftype / Type of test	Trekproef	Starttijd / Time started	21-1-2020 13:07:38
Proef / Test	0 van / of 0	Stoptijd / Time stopped	21-1-2020 13:22:10
Datum / Date	21.01.2020		

Hoogste Kracht / Highest Force	3509	kN	Stijgtijd / Rising time	500	kN/Min
Hoogste Rek/ Highest Elasticity	67	mm			

F & E - T Diagram



Stempel / Stamp (Mennens)



Chiang Hung-Chieh
Chen Li Jen
Chang Wen-Chen
Ko PIN HUI

Stempel / Stamp



Test performed on test bench 14000kN sn: 39388



Mennens Dongen B.V.

Metaalstraat 5
5107 ND DONGEN

Postbus 260
5100 AG DONGEN

Telefoon: 0031 (0) 162-38 38 00
Telefax: 0031 (0) 162-32 30 80

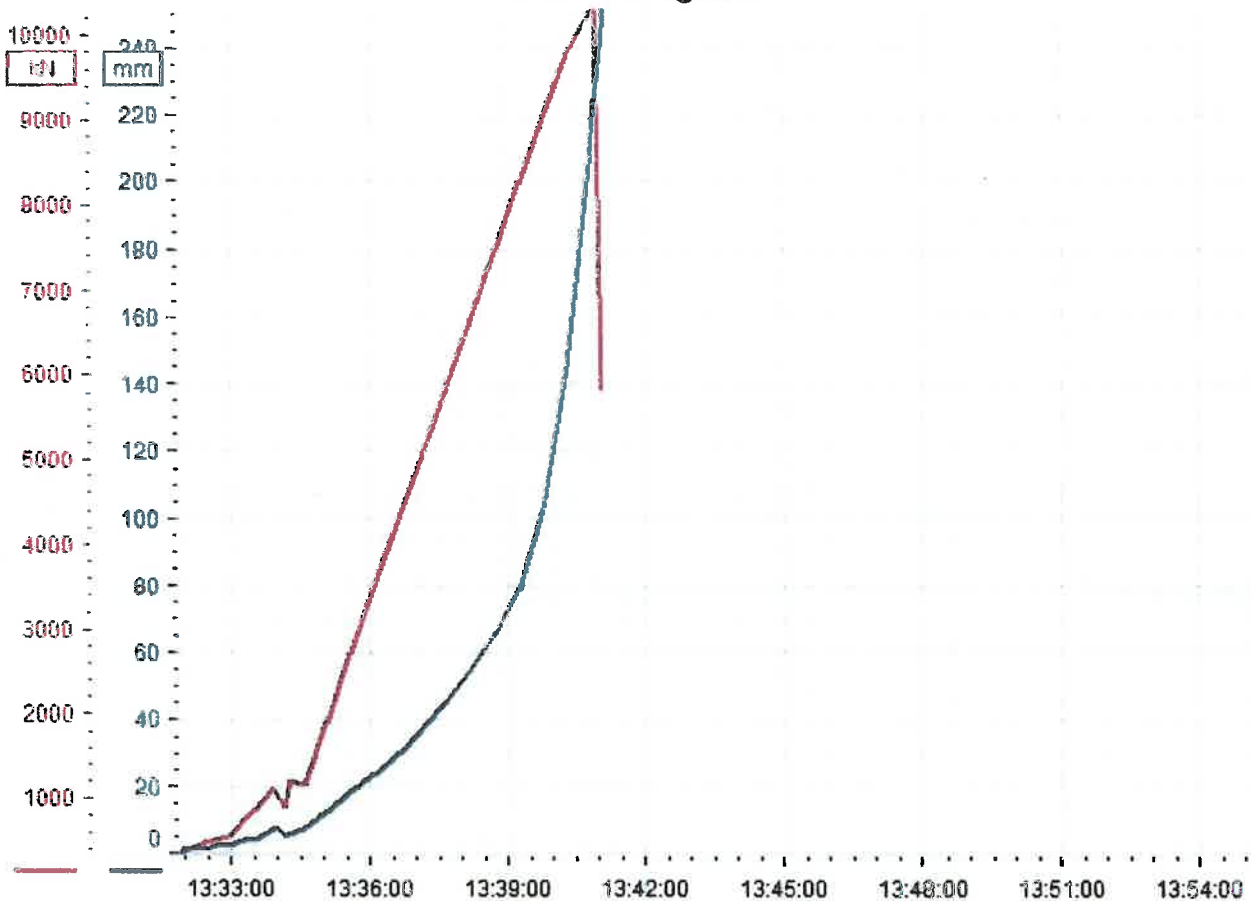
E-mail: info@proofloadtesting.com
Internet: www.proofloadtesting.com

Part of Axel Johnson International

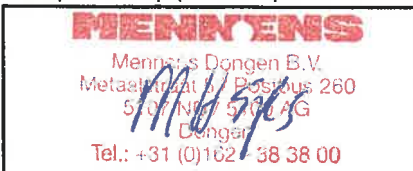
Klant / Customer	Pfeifer Seil & Hebetchnik	Omschrijving / Description	Breakload test rope mbl 10100 kn
Order / Order	7644869	Opmerkingen / Remarks	Tainan Expo Center
Object / Object	Steel wire rope 100mm SSZ PV1010	Starttijd / Time started	21-1-2020 13:31:55
Serie nr. / Serial No.		Stoptijd / Time stopped	21-1-2020 13:55:00
Proeftype / Type of test	Trekproef		
Proef / Test	0 van / of 0		
Datum / Date	21.01.2020		

Hoogste Kracht / Highest Force	10294	kN	Stijgtijd / Rising time	1500	kN/Min
Hoogste Rek/ Highest Elasticity	251	mm			

F & E - T Diagram



Stempel / Stamp (Mennens)



Stempel / Stamp



Test performed on test bench 14000kN sn: 39388



Mennens Dongen B.V.

Metaalstraat 5
5107 ND DONGEN

Postbus 260
5100 AG DONGEN

Telefoon: 0031 (0) 162-38 38 00
Telefax: 0031 (0) 162-32 30 80

E-mail: info@proofloadtesting.com
Internet: www.proofloadtesting.com

Part of Axcel Johnson International

1.11 Sliding Test

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

Project / Bauvorhaben

Tainan Expo Center

Memmingen, 17.12.2019

Prüfbescheinigung nach / Testcertificate according to DIN EN 10204 – 3.1B

Gleitlastversuch / sliding test Nr. 1

Prüfausrüstung / testing equipment

Seil / cable:

- P1010 (ø100) Main Cable
- **Prüfmaschine / test machine:**
- RA 6000

Gleitlastvorrichtung / sliding device:

- 2x ENERPAC-Zylinder Typ CMF30N150 oder äjnl.

Mindestgleitkraft der Klemme / min. sliding force of the clamp:

- F = 30 kN

Klemme / clamp:

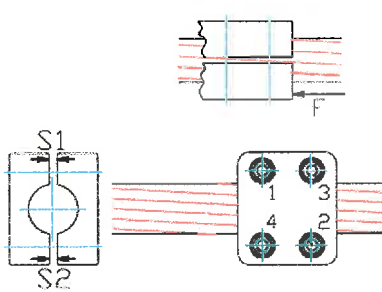
- Zeichnung- Nr. / drawing- no: G19.808.03.00.00

Ablauf / process:

- Die Seilklemmen werden auf das ungespannte Seil montiert, gemäß Vorgehensweise wie unter Punkt 4 beschrieben. Nach dem Vorspannen (auf die unter Punkt 6 definierte Kraft) wird das Restdrehmoment der Schrauben ermittelt und dokumentiert bevor die Gleitkräfte ermittelt werden.
- Die Belastung der Klemme erfolgt einseitig am Grundkörper (oder gleichmäßig am Grundkörper und Klemmdeckel)
- Die Aufbringung der Gleitkraft erfolgt Schrittweise. Entsprechend werden die Kräfte und die zugehörigen Gleitwege notiert. Das Erreichen der Grenzgleitkraft ist durch einen abrupten Anstieg des Gleitweges gekennzeichnet.
- Nachspannen der Seilklemmen am vorgespannten Seil und erneute Ermittlung der Gleitkräfte.

Anzahl Versuche / no of tests:

- ?x

1	Seildurchmesser messen am ungespannten Seil Measurement of the cable diameter (F _{cable} = 0 kN)		D1 [mm]	D2 [mm]	D ist [mm] 100,9
2	Klemme Clamp	Oberfläche surface	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt	Seilnut cablegroove	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt ? µm <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt 1000 µm
3	Drahtoberfläche Außendrähte Report of the cable surface condition		<input type="checkbox"/> dizn <input checked="" type="checkbox"/> dizngf		
4	Schrauben / bolts: M?x? – ?? Anziehdrehmoment / torque moment Ma: 1) ? Nm (30%) / 2) ? Nm (75%) / 3) ? Nm (100%) Seilklemme montieren am ungespannten Seil / Schrauben vorspannen gem. Reihenfolge in 3 Schritten (30% / 75% / 100%) Installation of the clamp at free-length cable, tensioning acc. sequence of bolts by 3 steps (30% / 75% / 100%) geschmiert mit / greased with: P74 (MoS2) Einbringung der Schraubenvorspannung über die Mutter / Initiation of the bolt pretension via nut		Reihenfolge / sequence: 		
5	Klemmenspalt messen S1 ; S2 (Lage gemäß Skizze) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 4,9	S2 [mm] 3,55	
6	Seil vorspannen mit Pretensioning of the cable		800 kN (= 39% of F _{uk})		
7	Seildurchmesser messen am vorgespannten Seil Measurement of the cable diameter at prestressed cable		D1 [mm] 100,9	D2 [mm] 100,7	D ist [mm] 100,8
8	Klemmenspalt messen (S1 ; S2) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 4,85	S2 [mm] 3,65	
9	Restdrehmoment der Schrauben ermitteln und dokumentieren / Measurement of the real value of the torque moment		1 [Nm]	2 [Nm]	3 [Nm] 4 [Nm]

PFEIFER

Umrechnung: Kraft - Druck - Kraft

Aufgestellt: Mario Winter Bearbeiter: Mike Landsgesell **Versuch 1**
 Datum: 22.01.2020 22.01.2020

Formel $F=P \cdot A \cdot 0,01$

Kolbenfläche $A = 32,84 \text{ cm}^2$ (1xCMF 02002 a 32,84cm²)

Umrechnung Kraft-Druck

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
3	10
7	20
10	30
13	40
16	50
20	60
23	70
26	80
30	90
33	100
36	110
39	120
43	130
46	140
49	150
53	160
56	170
59	180
62	190
66	200
69	210
72	220
76	230
79	240
82	250
85	260
89	270
92	280
95	290
99	300
102	310
105	320
108	330
112	340
115	350
118	360
122	370

Gewicht

9,4 t

Umrechnung Druck-Kraft

Druck P [bar]	Kraft F (KN)
10	3
20	7
30	10
40	13
50	16
60	20
70	23
80	26
90	30
100	33
110	36
120	39
130	43
140	46
150	49
160	53
170	56
180	59
190	62
200	66
210	69
220	72
230	76
240	79
250	82
260	85
270	89
280	92
290	95
300	99
310	102
320	105
330	108
340	112
350	115
360	118
370	122

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
125	380
128	390
131	400
135	410
138	420
141	430
144	440
148	450
151	460
154	470
158	480
161	490
164	500
167	510
171	520
174	530
177	540
181	550

Druck [bar]	Kraft (KN)
380	125
390	128
400	131
410	135
420	138
430	141
440	144
450	148
460	151
470	154
480	158
490	161
500	164
510	167
520	171
530	174
540	177
550	181

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

10	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
		10 - 90	170	0 - 0
		20 - 1000	200	0 - 0
		30 - 110	210	0 - 0
		40 - 120	220	0 - 0
		50 - 130	275	0 - 0
		60 - 140	280	0 - 0
		70 - 150		0 - 0
80 - 160		0 - 0		
11	Schrauben nachspannen auf Ma Post tensioning of the bolts	600 Nm (100%)		
12	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
13	Seil entlasten / Releasing of the cable			
14	Klemme demontieren / Deinstallation of the clamp			
15	Seiloberfläche im Klemmenbereich und Seilklemmenradius begutachten / Report regarding the surface of the cable on the clamp Ergebnis / results : (In der Weichmetallbeschichtung (Spritzverzinkung) der Seilnut sind die Abdrücke des Seiles gut zu sehen.)			
Anwesend / Present:	Name Name	Pfeifer Seilbau Qualitätssicherung QM - Department Name		

Achtung:

Die oben angegebenen Mustertexte müssen an den jeweiligen Versuch angepasst werden!

Nicht zutreffende Zeichen müssen gelöscht werden!

Nicht zutreffende Bilder müssen gelöscht, die verwendeten Bilder in der Grösse angepasst werden!

Dieser Hinweis ist nach Bearbeitung zu löschen!

~~chen Li Jen~~

chen Li Jen

Chang Wen Chen

Ko Pin Hui

Chang - Hung Chieh

~~Mike Landgese~~

Mike Landgese

~~Thomas Plein~~

Thomas Plein

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

Project / Bauvorhaben

Tainan Expo Center

Memmingen, 17.12.2019

Prüfbescheinigung nach / Testcertificate according to DIN EN 10204 – 3.1B

Gleitlastversuch / sliding test Nr. 2

Prüfausrüstung / testing equipment

Seil / cable:

- P1010 (ø100) Main Cable
- **Prüfmaschine / test machine:**
- RA 6000

Gleitlastvorrichtung / sliding device:

- 2x ENERPAC-Zylinder Typ CMF30N150 oder äjnl.

Mindestgleitkraft der Klemme / min. sliding force of the clamp:

- F = 30 kN

Klemme / clamp:

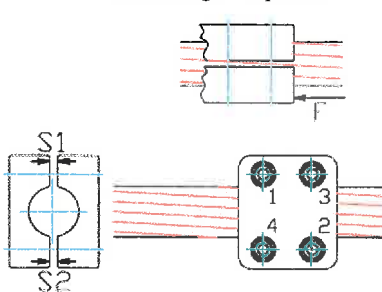
- Zeichnung- Nr. / drawing- no: G19.808.03.00.00

Ablauf / process:

- Die Seilklemmen werden auf das ungespannte Seil montiert, gemäß Vorgehensweise wie unter Punkt 4 beschrieben. Nach dem Vorspannen (auf die unter Punkt 6 definierte Kraft) wird das Restdrehmoment der Schrauben ermittelt und dokumentiert bevor die Gleitkräfte ermittelt werden.
- Die Belastung der Klemme erfolgt einseitig am Grundkörper (oder gleichmäßig am Grundkörper und Klemmdeckel)
- Die Aufbringung der Gleitkraft erfolgt Schrittweise. Entsprechend werden die Kräfte und die zugehörigen Gleitwege notiert. Das Erreichen der Grenzgleitkraft ist durch einen abrupten Anstieg des Gleitweges gekennzeichnet.
- Nachspannen der Seilklemmen am vorgespannten Seil und erneute Ermittlung der Gleitkräfte.

Anzahl Versuche / no of tests:

- ?x

1	Seildurchmesser messen am ungespannten Seil Measurement of the cable diameter (F _{cable} = 0 kN)		D1 [mm]	D2 [mm]	D ist [mm] 100,9
2	Klemme Clamp	Oberfläche surface	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt	Seilnut cablegroove	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt ? µm <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt 1000 µm
3	Drahtoberfläche Außendrähte Report of the cable surface condition		<input type="checkbox"/> dizn <input checked="" type="checkbox"/> dizngf		
4	Schrauben / bolts: M?x? – ?? Anziehdrehmoment / torque moment Ma: 1) ? Nm (30%) / 2) ? Nm (75%) / 3) ? Nm (100%) Seilklemme montieren am ungespannten Seil / Schrauben vorspannen gem. Reihenfolge in 3 Schritten (30% / 75% / 100%) Installation of the clamp at free-length cable, tensioning acc. sequence of bolts by 3 steps (30% / 75% / 100%) geschmiert mit / greased with: P74 (MoS2) Einbringung der Schraubenvorspannung über die Mutter / Initiation of the bolt pretension via nut		Reihenfolge / sequence: 		
5	Klemmenspalt messen S1 ; S2 (Lage gemäß Skizze) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 5,10	S2 [mm] 5,10	
6	Seil vorspannen mit Pretensioning of the cable		800 kN (= 39% of F _{uk})		
7	Seildurchmesser messen am vorgespannten Seil Measurement of the cable diameter at prestressed cable		D1 [mm] 100,9	D2 [mm] 100,7	D ist [mm] 100,8
8	Klemmenspalt messen (S1 ; S2) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 4,15	S2 [mm] 4,80	
9	Restdrehmoment der Schrauben ermitteln und dokumentieren / Measurement of the real value of the torque moment		1 [Nm]	2 [Nm]	3 [Nm] 4 [Nm]

PFEIFER

Umrechnung: Kraft - Druck - Kraft

Aufgestellt: Mario Winter Bearbeiter: Mike Landsgeßel **Versuch 2**
 Datum: 22.01.2020 22.01.2020

Formel $F=P \cdot A \cdot 0,01$

Kolbenfläche A = 32,84 cm² (1xCMF 02002 a 32,84cm²)

Umrechnung Kraft-Druck

Umrechnung Druck-Kraft

Gewicht

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
16	50
33	100
49	150
66	200
82	250
99	300
115	350
131	400
148	450
164	500
181	550
197	600
213	650
230	700
246	750
263	800
279	850
296	900
312	950
328	1000
345	1050
361	1100
378	1150
394	1200
411	1250
427	1300
443	1350
460	1400
476	1450
493	1500
509	1550
525	1600
542	1650
558	1700
575	1750
591	1800
608	1850

Druck P [bar]	Kraft F (KN)
50	16
100	33
150	49
200	66
250	82
300	99
350	115
400	131
450	148
500	164
550	181
600	197
650	213
700	230
750	246
800	263
850	279
900	296
950	312
1000	328
1050	345
1100	361
1150	378
1200	394
1250	411
1300	427
1350	443
1400	460
1450	476
1500	493
1550	509
1600	525
1650	542
1700	558
1750	575
1800	591
1850	608

10,1 t

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
624	1900
640	1950
657	2000
673	2050
690	2100
706	2150
722	2200
739	2250
755	2300
772	2350
788	2400
805	2450
821	2500
837	2550
854	2600
870	2650
887	2700
903	2750

Druck [bar]	Kraft (KN)
1900	624
1950	640
2000	657
2050	673
2100	690
2150	706
2200	722
2250	739
2300	755
2350	772
2400	788
2450	805
2500	821
2550	837
2600	854
2650	870
2700	887
2750	903

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

10	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
		50		0
		100		0
		150		0
		200		0
		250		0
		300		0
11	Schrauben nachspannen auf Ma Post tensioning of the bolts	600 Nm (100%)		
12	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
13	Seil entlasten / Releasing of the cable			
14	Klemme demontieren / Deinstallation of the clamp			
15	Seiloberfläche im Klemmenbereich und Seilklemmenradius begutachten / Report regarding the surface of the cable on the clamp Ergebnis / results : (In der Weichmetallbeschichtung (Spritzverzinkung) der Seilnut sind die Abdrücke des Seiles gut zu sehen.)			
Anwesend / Present:	Name Name	Pfeifer Seilbau Qualitätssicherung QM - Department Name		

Achtung:

Die oben angegebenen Mustertexte müssen an den jeweiligen Versuch angepasst werden!

Nicht zutreffende Zeichen müssen gelöscht werden!

Nicht zutreffende Bilder müssen gelöscht, die verwendeten Bilder in der Größe angepasst werden!

Dieser Hinweis ist nach Bearbeitung zu löschen!

Mike Landgesell
M. Suka / Milot Suka
S. Plein Thomas Plein

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

Project / Bauvorhaben

Tainan Expo Center

Memmingen, 17.12.2019

Prüfbescheinigung nach / Testcertificate according to DIN EN 10204 – 3.1B

Gleitlastversuch / sliding test Nr. 3

Prüfausrüstung / testing equipment

Seil / cable:

- P1010 (ø100) Main Cable
- **Prüfmaschine / test machine:**
- RA 6000

Gleitlastvorrichtung / sliding device:

- 2x ENERPAC-Zylinder Typ CMF30N150 oder äjnl.

Mindestgleitkraft der Klemme / min. sliding force of the clamp:

- F = 30 kN

Klemme / clamp:

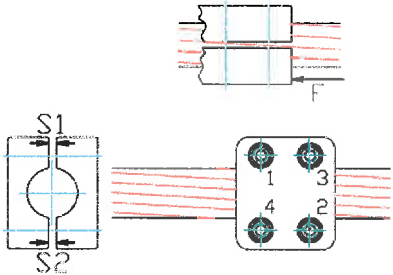
- Zeichnung- Nr. / drawing- no: G19.808.03.00.00

Ablauf / process:

- Die Seilklemmen werden auf das ungespannte Seil montiert, gemäß Vorgehensweise wie unter Punkt 4 beschrieben. Nach dem Vorspannen (auf die unter Punkt 6 definierte Kraft) wird das Restdrehmoment der Schrauben ermittelt und dokumentiert bevor die Gleitkräfte ermittelt werden.
- Die Belastung der Klemme erfolgt einseitig am Grundkörper (oder gleichmäßig am Grundkörper und Klemmdeckel)
- Die Aufbringung der Gleitkraft erfolgt Schrittweise. Entsprechend werden die Kräfte und die zugehörigen Gleitwege notiert. Das Erreichen der Grenzgleitkraft ist durch einen abrupten Anstieg des Gleitweges gekennzeichnet.
- Nachspannen der Seilklemmen am vorgespannten Seil und erneute Ermittlung der Gleitkräfte.

Anzahl Versuche / no of tests:

- 2x

1	Seildurchmesser messen am ungespannten Seil Measurement of the cable diameter (F _{cable} = 0 kN)	D1 [mm]	D2 [mm]	D ist [mm] 100,9
2	Klemme Oberfläche Clamp surface	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt	Seilnut cablegroove	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt ? µm <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt 1000 µm
3	Drahtoberfläche Außendrähte Report of the cable surface condition	<input type="checkbox"/> dizn <input checked="" type="checkbox"/> dizngf		
4	Schrauben / bolts: M?x? – ?? Anziehdrehmoment / torque moment Ma: 1) ? Nm (30%) / 2) ? Nm (75%) / 3) ? Nm (100%) Seilklemme montieren am ungespannten Seil / Schrauben vorspannen gem. Reihenfolge in 3 Schritten (30% / 75% / 100%) Installation of the clamp at free-length cable, tensioning acc. sequence of bolts by 3 steps (30% / 75% / 100%) geschmiert mit / greased with: P74 (MoS2) Einbringung der Schraubenvorspannung über die Mutter / Initiation of the bolt pretension via nut	Reihenfolge / sequence: 		
5	Klemmenspalt messen S1 ; S2 (Lage gemäß Skizze) Measurement of the clamp gap	S1 [mm] 5,2	S2 [mm] 4,4	
6	Seil vorspannen mit Pretensioning of the cable	800 kN (= 39% of F _{uk})		
7	Seildurchmesser messen am vorgespannten Seil Measurement of the cable diameter at prestressed cable	D1 [mm] 100,9	D2 [mm] 100,7	D ist [mm] 100,8
8	Klemmenspalt messen (S1 ; S2) Measurement of the clamp gap	S1 [mm] 4,0	S2 [mm] 4,5	
9	Restdrehmoment der Schrauben ermitteln und dokumentieren / Measurement of the real value of the torque moment	1 [Nm]	2 [Nm]	3 [Nm] 4 [Nm]

PFEIFER

Umrechnung: Kraft - Druck - Kraft

Aufgestellt: Mario Winter Bearbeiter: Mike Landsgesell Versuch 3
 Datum: 22.01.2020 22.01.2020

Formel $F=P \cdot A \cdot 0,01$

Kolbenfläche A= 32,84 cm² (1xCMF 02002 a 32,84cm²)

Umrechnung Kraft-Druck

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
16	50
33	100
49	150
66	200
82	250
99	300
115	350
131	400
148	450
164	500
181	550
197	600
213	650
230	700
246	750
263	800
279	850
296	900
312	950
328	1000
345	1050
361	1100
378	1150
394	1200
411	1250
427	1300
443	1350
460	1400
476	1450
493	1500
509	1550
525	1600
542	1650
558	1700
575	1750
591	1800
608	1850

Gewicht

18,5 t

Umrechnung Druck-Kraft

Druck P [bar]	Kraft F (KN)
50	16
100	33
150	49
200	66
250	82
300	99
350	115
400	131
450	148
500	164
550	181
600	197
650	213
700	230
750	246
800	263
850	279
900	296
950	312
1000	328
1050	345
1100	361
1150	378
1200	394
1250	411
1300	427
1350	443
1400	460
1450	476
1500	493
1550	509
1600	525
1650	542
1700	558
1750	575
1800	591
1850	608

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
624	1900
640	1950
657	2000
673	2050
690	2100
706	2150
722	2200
739	2250
755	2300
772	2350
788	2400
805	2450
821	2500
837	2550
854	2600
870	2650
887	2700
903	2750

Druck [bar]	Kraft (KN)
1900	624
1950	640
2000	657
2050	673
2100	690
2150	706
2200	722
2250	739
2300	755
2350	772
2400	788
2450	805
2500	821
2550	837
2600	854
2650	870
2700	887
2750	903

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

10	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:33%;">Druck (bar)</th> <th style="width:33%;">Kraft (kN)</th> <th style="width:33%;">Weg (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>100</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>150</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>200</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>250</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>300</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>350</td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>400</td><td></td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)	50		0	100		0	150		0	200		0	250		0	300		0	350		0	400		0
Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)																											
50		0																											
100		0																											
150		0																											
200		0																											
250		0																											
300		0																											
350		0																											
400		0																											
11	Schrauben nachspannen auf Ma Post tensioning of the bolts	600 Nm (100%)																											
12	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:33%;">Druck (bar)</th> <th style="width:33%;">Kraft (kN)</th> <th style="width:33%;">Weg (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)																								
Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)																											
13	Seil entlasten / Releasing of the cable																												
14	Klemme demontieren / Deinstallation of the clamp																												
15	Seiloberfläche im Klemmenbereich und Seilklemmenradius begutachten / Report regarding the surface of the cable on the clamp Ergebnis / results : (In der Weichmetallbeschichtung (Spritzverzinkung) der Seilnut sind die Abdrücke des Seiles gut zu sehen.)																												
Anwesend / Present:	Name Name	Pfeifer Seilbau Qualitätssicherung QM - Department Name																											



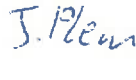
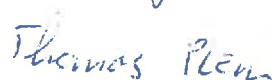
Achtung:

Die oben angegebenen Mustertexte müssen an den jeweiligen Versuch angepasst werden!

Nicht zutreffende Zeichen müssen gelöscht werden!

Nicht zutreffende Bilder müssen gelöscht, die verwendeten Bilder in der Grösse angepasst werden!

Dieser Hinweis ist nach Bearbeitung zu löschen!


 Mike Landskjell

 Milot Saka

 J. Plein

 Thomas Plein

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

Project / Bauvorhaben

Tainan Expo Center

Memmingen, 17.12.2019

Prüfbescheinigung nach / Testcertificate according to DIN EN 10204 – 3.1B

Gleitlastversuch / sliding test Nr. 4

Prüfausrüstung / testing equipment

Seil / cable:

- P1010 (ø100) Main Cable
- **Prüfmaschine / test machine:**
- RA 6000

Gleitlastvorrichtung / sliding device:

- 2x ENERPAC-Zylinder Typ CMF30N150 oder äjnl.

Mindestgleitkraft der Klemme / min. sliding force of the clamp:

- F = 30 kN

Klemme / clamp:

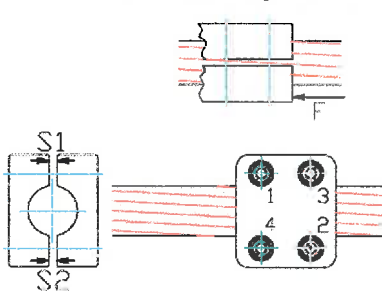
- Zeichnung- Nr. / drawing- no: G19.808.03.00.00

Ablauf / process:

- Die Seilklemmen werden auf das ungespannte Seil montiert, gemäß Vorgehensweise wie unter Punkt 4 beschrieben. Nach dem Vorspannen (auf die unter Punkt 6 definierte Kraft) wird das Restdrehmoment der Schrauben ermittelt und dokumentiert bevor die Gleitkräfte ermittelt werden.
- Die Belastung der Klemme erfolgt einseitig am Grundkörper (oder gleichmäßig am Grundkörper und Klemmdeckel)
- Die Aufbringung der Gleitkraft erfolgt Schrittweise. Entsprechend werden die Kräfte und die zugehörigen Gleitwege notiert. Das Erreichen der Grenzgleitkraft ist durch einen abrupten Anstieg des Gleitweges gekennzeichnet.
- Nachspannen der Seilklemmen am vorgespannten Seil und erneute Ermittlung der Gleitkräfte.

Anzahl Versuche / no of tests:

- ?x

1	Seildurchmesser messen am ungespannten Seil Measurement of the cable diameter (F _{cab} = 0 kN)		D1 [mm]	D2 [mm]	D ist [mm] 100,9
2	Klemme Clamp	Oberfläche surface	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt	Seilnut cablegroove	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt ? µm <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt 1000 µm
3	Drahtoberfläche Außendrähte <input type="checkbox"/> dizn <input checked="" type="checkbox"/> dizngf Report of the cable surface condition				
4	Schrauben / bolts: M?x? – ?? Anziehdrehmoment / torque moment Ma: 1) ? Nm (30%) / 2) ? Nm (75%) / 3) ? Nm (100%) Seilklemme montieren am ungespannten Seil / Schrauben vorspannen gem. Reihenfolge in 3 Schritten (30% / 75% / 100%) Installation of the clamp at free-length cable, tensioning acc. sequence of bolts by 3 steps (30% / 75% / 100%) geschmiert mit / greased with: P74 (MoS2) Einbringung der Schraubenvorspannung über die Mutter / Initiation of the bolt pretension via nut		Reihenfolge / sequence: 		
5	Klemmenspalt messen S1 ; S2 (Lage gemäß Skizze) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 5,2	S2 [mm] 3,0	
6	Seil vorspannen mit Pretensioning of the cable		800 kN (= 39% of F _{uk})		
7	Seildurchmesser messen am vorgespannten Seil Measurement of the cable diameter at prestressed cable		D1 [mm] 100,9	D2 [mm] 100,7	D ist [mm] 100,8
8	Klemmenspalt messen (S1 ; S2) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 5,2	S2 [mm] 2,7	
9	Restdrehmoment der Schrauben ermitteln und dokumentieren / Measurement of the real value of the torque moment		1 [Nm]	2 [Nm]	3 [Nm] 4 [Nm]

PFEIFER

Umrechnung: Kraft - Druck - Kraft

Aufgestellt: *Mario Winter* Bearbeiter: *Mike Landsgesell* **Versuch 4**
 Datum: *22.01.2020* *22.01.2020*

Formel **$F=P \cdot A \cdot 0,01$**

Kolbenfläche A= **32,84** cm² (1xCMF 02002 a 32,84cm²)

Umrechnung Kraft-Druck

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
16	50
33	100
49	150
66	200
82	250
99	300
115	350
131	400
148	450
164	500
181	550
197	600
213	650
230	700
246	750
263	800
279	850
296	900
312	950
328	1000
345	1050
361	1100
378	1150
394	1200
411	1250
427	1300
443	1350
460	1400
476	1450
493	1500
509	1550
525	1600
542	1650
558	1700
575	1750
591	1800
608	1850

Gewicht

18,5 t

Umrechnung Druck-Kraft

Druck P [bar]	Kraft F (KN)
50	16
100	33
150	49
200	66
250	82
300	99
350	115
400	131
450	148
500	164
550	181
600	197
650	213
700	230
750	246
800	263
850	279
900	296
950	312
1000	328
1050	345
1100	361
1150	378
1200	394
1250	411
1300	427
1350	443
1400	460
1450	476
1500	493
1550	509
1600	525
1650	542
1700	558
1750	575
1800	591
1850	608

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
624	1900
640	1950
657	2000
673	2050
690	2100
706	2150
722	2200
739	2250
755	2300
772	2350
788	2400
805	2450
821	2500
837	2550
854	2600
870	2650
887	2700
903	2750

Druck [bar]	Kraft (KN)
1900	624
1950	640
2000	657
2050	673
2100	690
2150	706
2200	722
2250	739
2300	755
2350	772
2400	788
2450	805
2500	821
2550	837
2600	854
2650	870
2700	887
2750	903

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

10	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
		50		0
		100		0
		150		0
		200		0
		250		0
		300		0
		350		0
		400		0
11	Schrauben nachspannen auf Ma Post tensioning of the bolts	600 Nm (100%)		
12	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
13	Seil entlasten / Releasing of the cable			
14	Klemme demontieren / Deinstallation of the clamp			
15	Seiloberfläche im Klemmenbereich und Seilklemmenradius begutachten / Report regarding the surface of the cable on the clamp Ergebnis / results : (In der Weichmetallbeschichtung (Spritzverzinkung) der Seilnut sind die Abdrücke des Seiles gut zu sehen.)			
Anwesend / Present:	Name Name	Pfeifer Seilbau Qualitätssicherung QM - Department Name		

Achtung:

Die oben angegebenen Mustertexte müssen an den jeweiligen Versuch angepasst werden!

Nicht zutreffende Zeichen müssen gelöscht werden!

Nicht zutreffende Bilder müssen gelöscht, die verwendeten Bilder in der Grösse angepasst werden!

Dieser Hinweis ist nach Bearbeitung zu löschen!

Mike Landsgeßell

J. Plein Thomas Plein
M. Suerf Milot Suka

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

Project / Bauvorhaben

Tainan Expo Center

Memmingen, 17.12.2019

Prüfbescheinigung nach / Testcertificate according to DIN EN 10204 – 3.1B

Gleitlastversuch / sliding test Nr. 5

Prüfausrüstung / testing equipment

Seil / cable:

- P1010 (ø100) Main Cable
- Prüfmaschine / test machine:
- RA 6000

Gleitlastvorrichtung / sliding device:

- 2x ENERPAC-Zylinder Typ CMF30N150 oder äjnl.

Mindestgleitkraft der Klemme / min. sliding force of the clamp:

- F = 30 kN

Klemme / clamp:

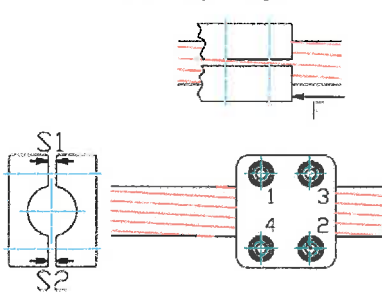
- Zeichnung- Nr. / drawing- no: G19.808.03.00.00

Ablauf / process:

- Die Seilklemmen werden auf das ungespannte Seil montiert, gemäß Vorgehensweise wie unter Punkt 4 beschrieben. Nach dem Vorspannen (auf die unter Punkt 6 definierte Kraft) wird das Restdrehmoment der Schrauben ermittelt und dokumentiert bevor die Gleitkräfte ermittelt werden.
- Die Belastung der Klemme erfolgt einseitig am Grundkörper (oder gleichmäßig am Grundkörper und Klemmdeckel)
- Die Aufbringung der Gleitkraft erfolgt Schrittweise. Entsprechend werden die Kräfte und die zugehörigen Gleitwege notiert. Das Erreichen der Grenzgleitkraft ist durch einen abrupten Anstieg des Gleitweges gekennzeichnet.
- Nachspannen der Seilklemmen am vorgespannten Seil und erneute Ermittlung der Gleitkräfte.

Anzahl Versuche / no of tests:

- ?x

1	Seildurchmesser messen am ungespannten Seil Measurement of the cable diameter (F _{cable} = 0 kN)		D1 [mm]	D2 [mm]	D ist [mm] 100,9
2	Klemme Clamp	Oberfläche surface <input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt	Seilnut cablegroove	<input type="checkbox"/> blank <input type="checkbox"/> feuerverzinkt ? µm <input checked="" type="checkbox"/> spritzverzinkt 1000 µm	
3	Drahtoberfläche Außendrähte <input type="checkbox"/> dizn <input checked="" type="checkbox"/> dizngf Report of the cable surface condition				
4	Schrauben / bolts: M?x? – ?.? Anziehdrehmoment / torque moment Ma: 1) ? Nm (30%) / 2) ? Nm (75%) / 3) ? Nm (100%) Seilklemme montieren am ungespannten Seil / Schrauben vorspannen gem. Reihenfolge in 3 Schritten (30% / 75% / 100%) Installation of the clamp at free-length cable, tensioning acc. sequence of bolts by 3 steps (30% / 75% / 100%) geschmiert mit / greased with: P74 (MoS2) Einbringung der Schraubenvorspannung über die Mutter / Initiation of the bolt pretension via nut		Reihenfolge / sequence: 		
5	Klemmenspalt messen S1 ; S2 (Lage gemäß Skizze) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 3,9	S2 [mm] 3,6	
6	Seil vorspannen mit Pretensioning of the cable		800 kN (= 39% of F _{uk})		
7	Seildurchmesser messen am vorgespannten Seil Measurement of the cable diameter at prestressed cable		D1 [mm] 100,9	D2 [mm] 100,7	D ist [mm] 100,8
8	Klemmenspalt messen (S1 ; S2) Measurement of the clamp gap		S1 [mm] 3,6	S2 [mm] 3,3	
9	Restdrehmoment der Schrauben ermitteln und dokumentieren / Measurement of the real value of the torque moment		1 [Nm]	2 [Nm]	3 [Nm] 4 [Nm]

PFEIFER

Umrechnung: Kraft - Druck - Kraft

Aufgestellt: Mario Winter Bearbeiter: Mike Landsgesell **Versuch 5**
 Datum: 22.01.2020 22.01.2020

Formel $F=P \cdot A \cdot 0,01$

Kolbenfläche A = **32,84** cm² (1xCMF 02002 a 32,84cm²)

Umrechnung Kraft-Druck

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
16	50
33	100
49	150
66	200
82	250
99	300
115	350
131	400
148	450
164	500
181	550
197	600
213	650
230	700
246	750
263	800
279	850
296	900
312	950
328	1000
345	1050
361	1100
378	1150
394	1200
411	1250
427	1300
443	1350
460	1400
476	1450
493	1500
509	1550
525	1600
542	1650
558	1700
575	1750
591	1800
608	1850

Gewicht

16,7 t

Umrechnung Druck-Kraft

Druck P [bar]	Kraft F (KN)
50	16
100	33
150	49
200	66
250	82
300	99
350	115
400	131
450	148
500	164
550	181
600	197
650	213
700	230
750	246
800	263
850	279
900	296
950	312
1000	328
1050	345
1100	361
1150	378
1200	394
1250	411
1300	427
1350	443
1400	460
1450	476
1500	493
1550	509
1600	525
1650	542
1700	558
1750	575
1800	591
1850	608

Kraft F [KN]	Druck P (Bar)
624	1900
640	1950
657	2000
673	2050
690	2100
706	2150
722	2200
739	2250
755	2300
772	2350
788	2400
805	2450
821	2500
837	2550
854	2600
870	2650
887	2700
903	2750

Druck [bar]	Kraft (KN)
1900	624
1950	640
2000	657
2050	673
2100	690
2150	706
2200	722
2250	739
2300	755
2350	772
2400	788
2450	805
2500	821
2550	837
2600	854
2650	870
2700	887
2750	903

22-40 Gleitlastversuch / SlidingTest – Revision 03

10	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
		50		0
		100		0
		150		0
		200		0
		250		0
		300		0
		350		0
		400		0
11	Schrauben nachspannen auf Ma Post tensioning of the bolts	600 Nm (100%)		
12	Gleitkraft ermitteln Measurement of the sliding force	Druck (bar)	Kraft (kN)	Weg (mm)
13	Seil entlasten / Releasing of the cable			
14	Klemme demontieren / Deinstallation of the clamp			
15	Seiloberfläche im Klemmenbereich und Seilklemmenradius begutachten / Report regarding the surface of the cable on the clamp Ergebnis / results : (In der Weichmetallbeschichtung (Spritzverzinkung) der Seilnut sind die Abdrücke des Seiles gut zu sehen.)			
Anwesend / Present:	Name Name	Pfeifer Seilbau Qualitätssicherung QM - Department Name		


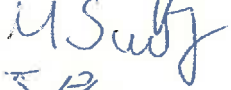

Achtung:

Die oben angegebenen Mustertexte müssen an den jeweiligen Versuch angepasst werden!

Nicht zutreffende Zeichen müssen gelöscht werden!

Nicht zutreffende Bilder müssen gelöscht, die verwendeten Bilder in der Grösse angepasst werden!

Dieser Hinweis ist nach Bearbeitung zu löschen!

 Mike Landgese
 Milot Saka
 Thomas Plan

PFEIFER

Soweit nicht ausdrücklich genehmigt, ist eine Weitergabe oder Vervielfältigung sowie Verwertung und Mitteilung des Inhalts dieser Unterlage nicht gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten.

The contents of this notice may not be transmitted, duplicated, exploited or communicated in any way without express authorization. Contravention will lead to liability for compensation.

We retain all rights in the case that a patent is granted or a utility model is registered.

PFEIFER Seil- und Hebetechnik GmbH & Co, Dr. Karl-Lenz- Straße 66, 87700 Memmingen Tel.: 08331/937 - 0 Fax : 350

Aufgestellt / calculated: T. Prang

Datum / date 23.11.2018

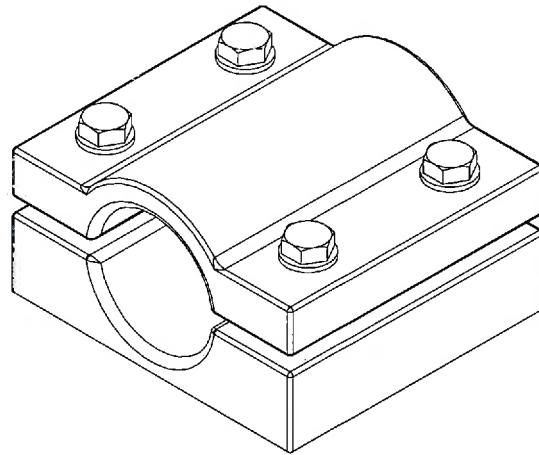
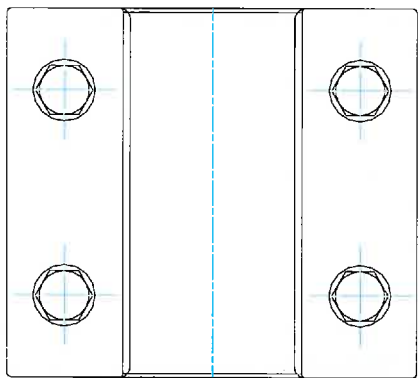
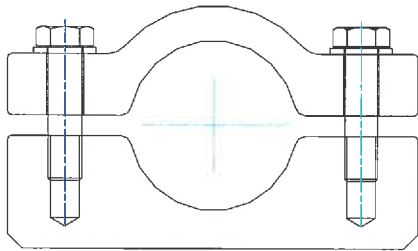
Geprüft / checked:

Datum / dateUnterschrift / signature.....

Projekt / project: Tainan Expo center

Bauteil / component: Cable Saddle

構件：主鋼纜鞍座

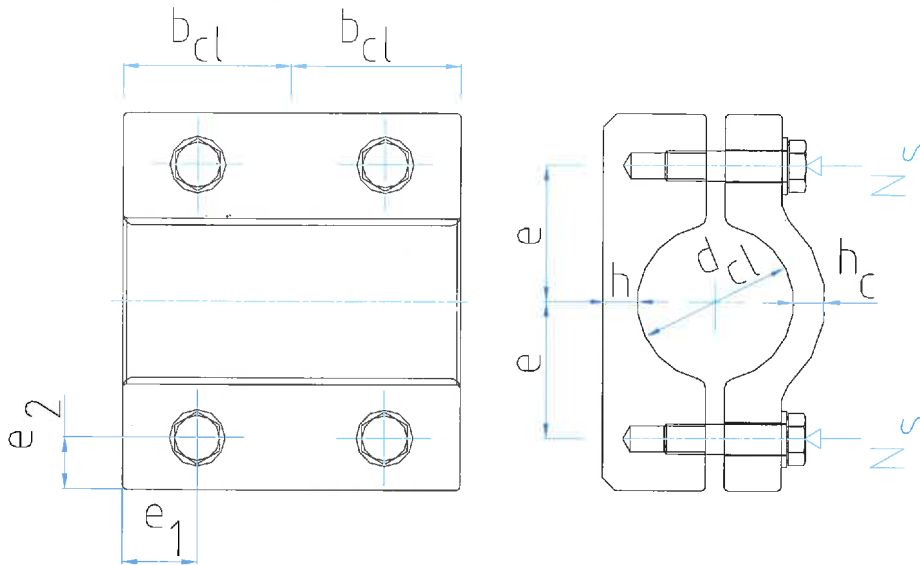


kN := 1000·N

>> Eingabe
>> input

1. Steifigkeitsnachweis gemäß Feyrer - Stehende Drahtseile

verification for rigidity according to Feyrer: 根據Feyrer剛性驗證計算:



Gemäß DIN 18800-7:2008-11 Tab.5 gilt für Garnituren der Festigkeitsklasse 8.8:

according to DIN 18800-7:2008-11 Tab.5 applies for sets with property class 8.8:

依據DIN 18800-7:2008-11之表格5, 應用此系列之材料等級為8.8:

Schraubengröße size of bolt 螺栓尺寸	Regelvorspannkraft pretension force [kN] 預力	Anziehdrehmoment* locking torque [Nm] 鎖固扭矩
M12	35	70
M16	70	170
M20	110	300
M22	130	450
M24	150	600
M27	200	900
M30	245	1200
M36	355	2100

*Muttern mit Molybdänsulfid oder gleichwertigem Schmierstoff behandelt

*nuts covered with Molybdänsulfid or equal lubricant

*螺母塗有硫化鉬或相等的潤滑劑

Schrauben gemäß EN ISO 4014

und Korrosionsschutz

>> M24 - 8.8 tzn

sets as specified in EN ISO 4014

and corrosion protection

符合EN ISO 4014中腐蝕防護之規定

Vorspannkraft einer Schraube gemäß DIN 18800-7

>> $N_s := 150 \cdot kN$

durch Verfahrensprüfung bestätigt

pretension force in bolt as specified in DIN 18800-7

by procedure test approved

符合DIN 18800-7標準螺栓之預緊力, 已通過程序測試

Klemmenwerkstoff

>> S 355

clamp material

夾具材料

Streckgrenze

>> $f_{yk} := 355 \cdot \frac{N}{mm^2}$

yield strength

降伏強度

Breite der Klemme pro Schraube

>> $b_{cl} := 100 \cdot mm$

width of clamp per bolt

每個螺栓的夾具寬度

Klemmeninnendurchmesser inside diameter of the clamp 夾具內徑	>>	$d_{cl} := 101 \cdot \text{mm}$
Achsabstand Seil zu Schraube distance between center rope to center bolt 鋼索中心至螺栓中心之距離	>>	$e := 82.5 \cdot \text{mm}$
vorhandene Scheiteldicke am Klemmengrund existing thickness at the peak of the clamp body 夾具體最大現有厚度	>>	$h := 20.0 \cdot \text{mm}$
vorhandene Scheiteldicke am Klemmdeckel existing thickness at the peak of the clamp cover 夾套最大現有厚度	>>	$h_c := 15 \cdot \text{mm}$

Scheiteldicke
thickness at the peak
最大厚度

$$h_p := \frac{N_s}{f_{yk} \cdot b_{cl}} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot f_{yk} \cdot b_{cl} \cdot (e - 0.5 \cdot d_{cl})}{N_s}} + 1 \quad h_p = 23.6 \cdot \text{mm}$$

biegeweich, wenn $\text{Bed.} < 1$
flexible, if the condition < 1
假設比值小於1, 則具有可撓性

$$\frac{h}{h_p} = 0.85$$

$$\frac{h_c}{h_p} = 0.63$$

==> Klemmkraftbeiwert grip coefficient 握裹係數	>>	$\alpha_k := 1.28$
---	----	--------------------

2. Nachweis Randabstand gemäß EN 1993-1-8 Abs. 3.5: verification for edge distance according to EN 1993-1-8 para. 3.5:

根據EN1993-1-8第3.5節, 邊距驗證計算:

Lochdurchmesser hole diameter 開孔直徑	>>	$d_0 := 25.0 \cdot \text{mm}$
vorhandener Randabstand existing edge distance 現有邊距1	>>	$e_1 := 40 \cdot \text{mm}$
vorhandener Randabstand existing edge distance 現有邊距2	>>	$e_2 := 30.0 \cdot \text{mm}$
minimaler Randabstand minimal edge distance 最小邊距1	$e_{1\min} := 1.2 \cdot d_0$	$e_{1\min} = 30 \cdot \text{mm}$
minimaler Randabstand minimal edge distance 最小邊距2	$e_{2\min} := 1.2 \cdot d_0$	$e_{2\min} = 30 \cdot \text{mm}$

Nachweis in Ordnung, wenn $\text{Bed.} < 1$
verification ok, if the condition < 1
假設比值條件小於1, 則驗證成功

$$\frac{e_{1\min}}{e_1} = 0.75$$

$$\frac{e_{2\min}}{e_2} = 1$$

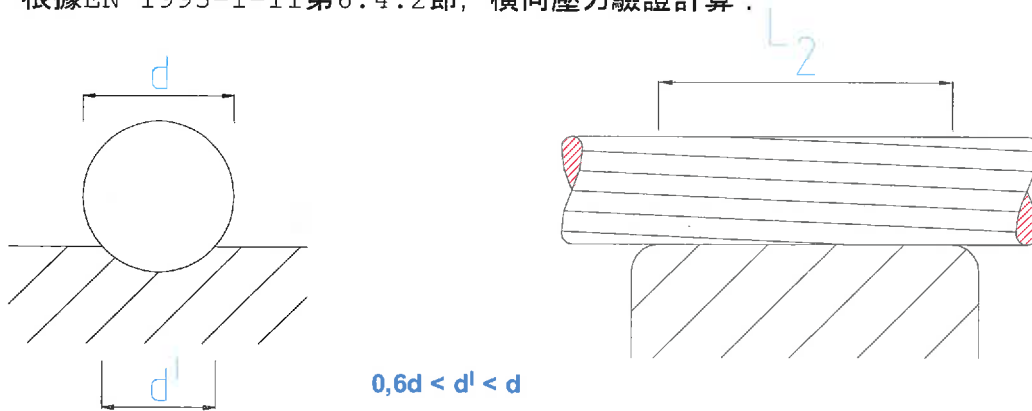
3. Nachweis der Gleitkraft gemäß EN 1993-1-11 Abs. 6.4.1: verification clamp slipping according to EN 1993-1-11 para. 6.4.1:

根據EN 1993-1-11第6.4.1節規定，進行夾具滑動驗證計算：

Anziehungsfaktor (1 = 100%) prestress factor (1 = 100%) 預應力係數 (1 = 100%)	>>	$\varepsilon := 1$
Anzahl der Schrauben amount of bolts 螺栓數量	>>	$n := 4$
zum Tragseil parallele Komponente der externen Bemessungslast parallel component of external design force to suspension cable 平行懸索之設計外力分量		$F_{EdII} := 30 \cdot \text{kN}$
zum Tragseil senkrechte Komponente der externen Bemessungslast perpendicular component of external design force to suspension cable 正交懸索之設計外力分量		$F_{EdT} := 0 \cdot \text{kN}$
Schraubenvorspannkraft pretension force of the bolts 螺栓的預緊力	$K := n \cdot N_s \cdot \varepsilon$	$K = 600 \cdot \text{kN}$
radiale Klemmkraft radial clamping force 徑向夾緊力	$F_R := \alpha_k \cdot K$	$F_R = 768 \cdot \text{kN}$
Reibungszahl slip factor 滑移係數		$\mu := 0.1$
Teilsicherheitsbeiwert partial safety factor 構件安全係數		$\gamma_{M,fr} := 1.65$
Grenzgleitkraft limit slip force 極限滑移力	$F_{RdII} := \frac{(F_{EdT} + F_R) \cdot \mu}{\gamma_{M,fr}}$	$F_{RdII} = 46.5 \cdot \text{kN}$
Nachweis in Ordnung, wenn $\text{Bed.} < 1$ verification ok, if the condition < 1 假設比值條件小於1，則驗證成功		$\frac{F_{EdII}}{F_{RdII}} = 0.64$

4. Nachweis der Querpressung gemäß EN 1993-1-11 Abs. 6.4.2: verification lateral pressure according to EN 1993-1-11 para. 6.4.2:

根據EN 1993-1-11第6.4.2節，橫向壓力驗證計算：



Grenzwerte für Querpressung q_{Rk} gemäß EN 1993-1-11:2006 Tab. 6.4

limit lateral pressure q_{Rk} according to EN 1993-1-11:2006 Tab. 6.4:

根據EN 1993-1-11:2006表6.4之極限側向壓力 q_{rk} ：

Seiltyp type of cable 鋼纜類型	Stahlklemmen steel clamps [N/mm ²] 鋼夾	gefutterte Klemmen cushioned clamps [N/mm ²] 緩衝夾
Vollverschlossenes Seil (VVS) full locked cable 全鎖鋼纜	40	100
Spirallitzeiseil (OSS) strand cable 絞線	25	60

Grenzquerpressung

limit lateral pressure

極限側壓力

Kontaktlänge der Klemme zum Seil

length of contact to the cable surface

鋼纜表面接觸長度

Kontaktbreite des Klemmdeckels

width of contact of the cover with
cable surface

鋼纜表面接觸寬度

Schraubenvorspannkraft

pretension force of the bolts

螺栓預緊力

Teilsicherheitsbeiwert

partial safety factor

構件安全係數

Bemessungswert der Grenzquerpressung

design value of limit lateral pressure

極限側壓力設計值

Querpressung

lateral pressure

橫向壓力

>>

$$q_{Rk} := 100 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

>>

$$L_2 := 200 \cdot \text{mm}$$

>>

$$d_l := 98 \cdot \text{mm}$$

$$F_r := K$$

$$\gamma_{M,bed} := 1.0$$

$$q_{Rd} := \frac{q_{Rk}}{\gamma_{M,bed}}$$

$$q_{Rd} = 100 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$q_{Ed} := \frac{F_r}{d_l \cdot L_2}$$

$$q_{Ed} = 30.6 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Nachweis in Ordnung, wenn Bed. < 1

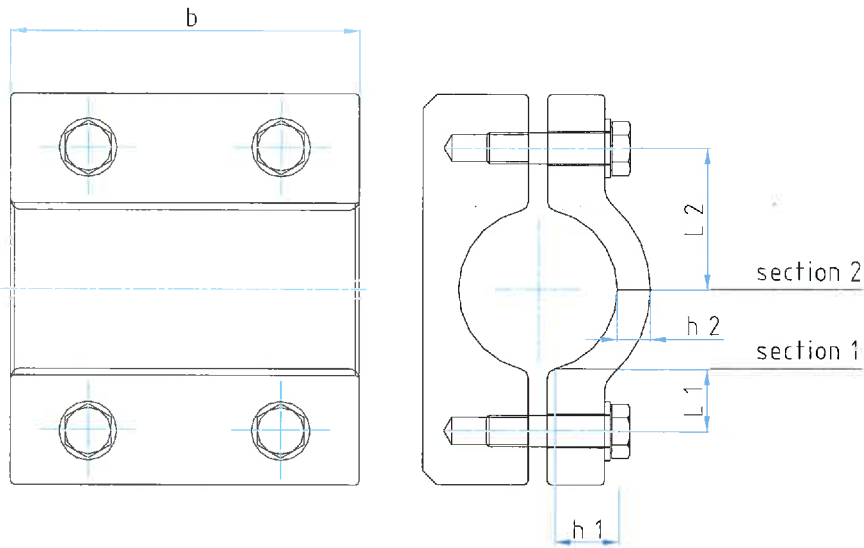
verification ok, if the condition < 1

假設比值條件小於1，則驗證成功

$$\frac{q_{Ed}}{q_{Rd}} = 0.31$$

$$q_{Rd}$$

5. Spannungsnachweis stress analysis 應力分析



Grenznormalspannung
limit of axial stress
軸向應力極限值

$$\sigma_{Rd} := \frac{f_{yk}}{1.1}$$

$$\sigma_{Rd} = 322.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

5.1 Querschnitt 1 - Klemmdeckel maßgebend cross section 1 - cover is authoritative

斷面1

Biegespannung infolge Schraubenvorspannung
bending stress by pretension force

預緊力引起的彎曲應力

Klemmenlänge

length of the clamp

夾具長度

>>

$$b := 200 \cdot \text{mm}$$

Hebelarm für Drehmoment

lever for torque moment

扭轉力臂

>>

$$l_1 := 30 \cdot \text{mm}$$

Querschnittshöhe

cross section thickness

斷面厚度

>>

$$h_1 := 40 \cdot \text{mm}$$

Querschnittsbreite

cross section width

斷面寬度

$$b_1 := b$$

Widerstandsmoment

section modulus

斷面模數

$$W_1 := \frac{b_1 \cdot h_1^2}{6}$$

$$W_1 = 53.3 \cdot \text{cm}^3$$

Biegemoment

bending moment

彎矩

$$M_1 := \frac{K}{2} \cdot l_1$$

$$M_1 = 900 \cdot \text{kN} \cdot \text{cm}$$

Biegespannung

bending stress

彎曲應力

$$\sigma_{b1} := \frac{M_1}{W_1}$$

$$\sigma_{b1} = 168.7 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Nachweis in Ordnung, wenn Bed. < 1

verification ok, if the condition < 1

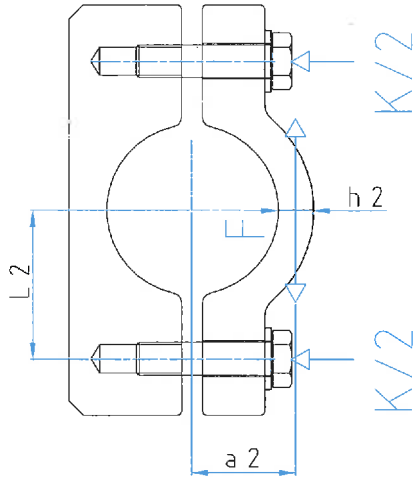
假設比值條件小於1, 則驗證成功

$$\frac{\sigma_{b1}}{\sigma_{Rd}} = 0.52$$

$$\sigma_{Rd}$$

5.2 Querschnitt 2 - Klemmdeckel maßgebend cross section 2 - cover is authoritative 斷面2

Zugspannung infolge Schraubenvorspannung
tensile stress by pretension force
預緊力產生之拉應力



Hebelarm der Zugkraft
lever of tensile force
拉力力臂

$$\gg a_2 := 60 \cdot \text{mm}$$

Hebelarm der Schraubenvorspannung
lever of pretension force
預緊力力臂

$$l_2 := e$$

Querschnittshöhe
cross section thickness
斷面厚度

$$h_2 := h_c$$

Querschnittsbreite
cross section width
斷面寬度

$$b_2 := b$$

Momentengleichgewicht
equilibrium of moments
平衡彎矩

$$\frac{K}{2} \cdot l_2 = F \cdot a_2$$

Zugkraft
tensile force
拉力

$$F := \frac{K \cdot l_2}{2 \cdot a_2}$$

$$F = 412.5 \cdot \text{kN}$$

Zugspannung
tensile stress
拉應力

$$\sigma_{t2} := \frac{F}{b_2 \cdot h_2}$$

$$\sigma_{t2} = 137.5 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nachweis in Ordnung, wenn $\text{Bed.} < 1$
verification ok, if the condition < 1
假設比值條件小於1, 則驗證成功

$$\frac{\sigma_{t2}}{\sigma_{Rd}} = 0.43$$

5.3 Einschraubtiefe in Sacklöcher gemäß DIN 18800-1 Abs. 5.2.1: thread-in length in blind holes according to DIN 18800-1 para. 5.2.1:

根據DIN 18800-1第5.2.1節的規定，螺齒長度：

Werkstoff des Innengewindes material of the internal thread 內螺紋材料	>>	S355
Zugfestigkeit des Innengewindes tensile strength of the internal thread 內螺紋抗拉強度	>>	$f_{uk} := 510 \cdot \frac{N}{mm^2}$
Werkstoff des Außengewindes material of the external thread 外螺紋材料	>>	M24 - 8.8 tzn
Zugfestigkeit des Außengewindes tensile strength of the external thread 外螺紋抗拉強度	>>	$f_{ubk} := 800 \cdot \frac{N}{mm^2}$
Einschraubtiefe thread-in length 螺齒長	>>	L := 30·mm
Außendurchmesser des Gewindestabes outer diameter of the threaded rod 螺桿外徑	>>	d := 24·mm
Bedingung für Berechnung: < 1 condition for calculation: < 1 假設比值條件小於1，則驗證成功		$\frac{f_{uk}}{f_{ubk}} = 0.64$

vorhandenes Verhältnis: Einschraubtiefe zu
Außendurchmesser Gewindestab
existing ratio: thread-in length against
outer diameter of the threaded rod
實際比：螺齒長與螺桿外徑之關係

$$\xi_{\text{exist}} := \frac{L}{d} \quad \xi_{\text{exist}} = 1.25$$

erforderliches Verhältnis: Einschraubtiefe zu
Außendurchmesser Gewindestab
demanded ratio: thread-in length against
outer diameter of the threaded rod
需求比：螺紋長度對螺桿外徑之關係

$$\xi := \left(\frac{600 \cdot \frac{N}{mm^2}}{f_{uk}} \right) \cdot \left[0.3 + 0.4 \cdot \left(\frac{f_{ubk}}{500 \cdot \frac{N}{mm^2}} \right) \right]$$

$$\xi = 1.11$$

erforderliche Einschraubtiefe
demanded thread-in length
需求螺齒長

$$L_{\text{dem}} := \xi \cdot d \quad L_{\text{dem}} = 26.5 \cdot \text{mm}$$

Nachweis in Ordnung, wenn Bed. < 1
verification ok, if the condition < 1
假設比值條件小於1，則驗證成功

$$\frac{\xi}{\xi_{\text{exist}}} = 0.88$$