

出國報告（出國類別：實習）

「超超臨界機組臨界速度高振動之 研究」出國實習報告

服務機關：台灣電力公司
姓名職稱：鍾浩元 工程師
派赴國家：日本
出國期間：107年7月30日至107年8月11日
報告日期：107年9月19日

出國報告審核表

出國報告名稱：「超超臨界機組臨界速度高振動之研究」出國實習報告

出國人姓名 (2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
鍾浩元	振動分析專員	台灣電力公司電力修護處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 開會 <input type="checkbox"/> 其他_____ (請依出國任務填列,例如業務接洽、海外承攬、駐外等)	
出國期間：107年7月30日至107年8月11日	報告繳交日期：107年9月19日	

出國人員 自我檢核	計畫主辦 機關審核	審核項目
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.內容充實完備
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5.建議具參考價值
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7.送上級機關參考
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正,原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用相關資料未註明資料來源
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至公務出國報告資訊網外,將採行之公開發表:
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 其他_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式:

報告人：

(2人以上,以1人為代表)


 單位
 主管：
 鍾浩元

主管處

主管：


 邱士添

總經理

副總經理


 陳建益

說明：

- 各機關可依需要自行增列審核項目內容,出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 審核作業應儘速完成,以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：「超超臨界機組臨界速度高振動之研究」出國實習報告

頁數 23 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：鍾浩元/台灣電力公司/電力修護處
/工程師/02-27853199-238

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：107 年 07 月 30 日至 107 年 08 月 11 日 出國地區：日本

報告日期：107 年 9 月 19 日

分類號/目

關鍵詞：超超臨界機組、臨界速度、振動

內容摘要：

台灣北部未來發電主力之一為林口電廠正在新建與運轉中的超超臨界機組，一號機於試運轉時，LP-2 於降速過程中，其臨界速度轉軸振動值有偏高現象(>200 $\mu\text{m p-p}$)，為避免新機組臨界速度時轉軸振動持續惡化，新型機組之振動量測、診斷與改善成為一項重要的技術發展，故赴日本參訪超臨界汽輪機與發電機製造商三菱日立電力系統 (MHPS)、三菱電機 (MELCO)、東芝 (TOSHIBA) 及振動監控設備製造商新川 (SHINKAWA) 學習超超臨界機組臨界速度高振動之診斷與改善，並學習運轉中之可能發生的振動特性與瞭解國外最新發展之先進監測技術設備。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

目次

封面	I
出國報告審核表.....	II
行政院及所屬各機關出國報告提要	III
目次	IV
圖表目錄.....	V
本文	1
壹、實習目的.....	1
貳、實習過程.....	3
參、實習內容.....	4
一、MHPS 長崎工場參訪.....	4
二、MHPS 高砂工場參訪.....	9
三、MELCO 神戶工場參訪.....	11
四、Toshiba 橫濱工場參訪	15
五、Shinkawa 東京辦公室參訪	18
肆、心得與建議.....	23
一、心得.....	23
二、對本公司建議.....	23

圖表目錄

圖 1- 1、林口一號機示意圖及軸承 7X 降速 polar plot。	1
圖 3- 1、MHPS 長崎工場風景。	4
圖 3- 2、MHPS 長崎工場參訪圖。	5
圖 3- 3、MHPS 長崎工場內歷史博物館。	6
圖 3- 4、與 MHPS 長崎工場技師合影。	6
圖 3- 5、MHPS 長崎模擬林口一號機轉子軸系的振動模態範例。	7
圖 3- 6、林口一號機 LP-2 原廠高速動平衡資料。	8
圖 3- 7、與 MHPS 高砂工場人員於辦公室合影。	9
圖 3- 8、MHPS 高砂工場參訪路線圖。	10
圖 3- 9、氣渦輪發電機組大修場地規劃範例。	10
圖 3- 10、與 MELCO 接洽人員合影。	11
圖 3- 11、MELCO 神戶工場參觀照片。	11
圖 3- 12、發電機轉軸振動分類。	12
圖 3- 13、轉子質量不平衡引起振動示意圖。	13
圖 3- 14、兩極發電機轉軸兩倍頻引起機制。	13
圖 3- 15、發電機扭轉振動說明。	13
圖 3- 16、發電機轉軸臨界轉速設計範例。	14
圖 3- 17、發電機定子振動。	14
圖 3- 18、Toshiba 橫濱工場參訪照片。	15
圖 3- 19、汽封及頂隙不穩定力。	16
圖 3- 20、轉子穩定性分析。	16
圖 3- 21、臨界轉速設計標準。	17
圖 3- 22、低速動平衡用於轉子中央質量不平衡改善。	17
圖 3- 23、Shinkawa 東京辦公室留影。	18
圖 3- 24、振動分析及診斷系統 InfiSYS RV-200。	18
圖 3- 25、InfiSYS RV-200 振動訊號處理流程。	19
圖 3- 26、G-Monitor 架構。	19
圖 3- 27、振動集成監測系統架構規劃。	20
圖 3- 28、振動資料擷取器 Kenjin 簡介。	20
圖 3- 29、Kenjin 常用振動分析圖表。	21
圖 3- 30、轉子模型應用於油旋、不對中及部件飛散之訊號分析。	22
表 2- 1、出國過程。	3
表 3- 1、MHPS 長崎模擬林口一號機之臨界轉速。	7
表 3- 2、發電機定子敲擊測試時機點。	14

本文

壹、實習目的

林口發電廠是我國第一座採用超超臨界機組的電廠，亦是台灣北部未來發電主力之一。經查，一號機於試運轉時，LP-2 於降速過程中，其臨界速度時轉軸振動值有偏高現象，圖 1-1 為 105 年 3 月一號機 7X 降速 polar plot，圖中顯示 7X 臨界速度的振動值已超過 200 $\mu\text{m p-p}$ 。為避免新機組臨界速度時轉軸振動持續惡化，新型機組之振動量測、診斷與改善成為一項重要的技術發展。

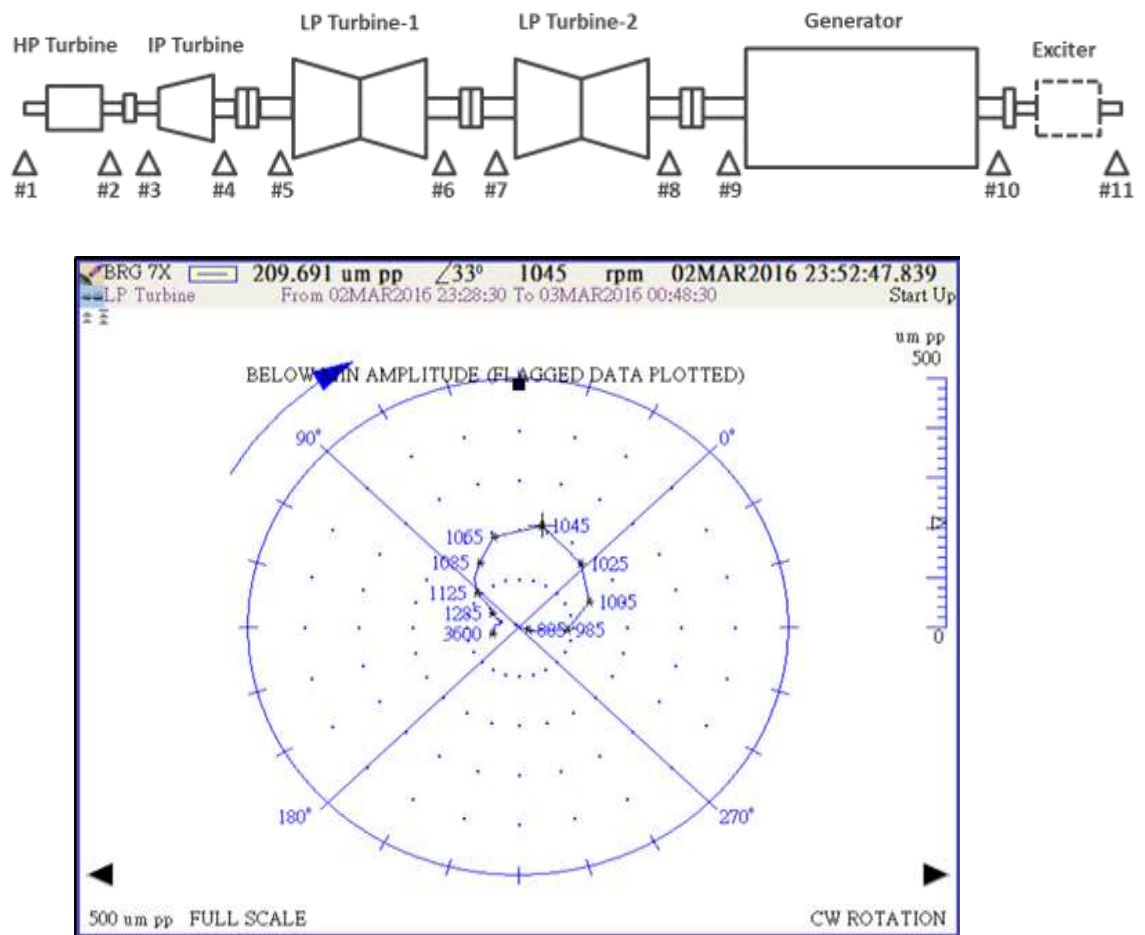


圖 1-1、林口一號機示意圖及軸承 7X 降速 polar plot。

為此，台灣電力公司電力修護處於 105 年提出發電營運類計畫「超超臨界機組臨界速度高振動之研究」，並於 107 年度執行。為學習超超臨界機組臨界速度高振動診斷與改善並精進技術及提升競爭力，前往超臨界汽輪機與發電機製造商，分別為 1.三菱日立電力系統（MHPS, Mitsubishi Hitachi Power Systems）、2.三菱電機（MELCO, Mitsubishi Electric Corporation）、3.東芝（TOSHIBA）學習超超臨界機組運轉中之可能之振動特性等振動相關知識。除此之外亦前往振動監控設備製造商新川（SHINKAWA）學習振動之診斷與改善，並瞭解先進之監測設備與技術。

貳、實習過程

本出國計畫實際出國日期為 107 年 7 月 30 日 至 107 年 8 月 11 日，共計 13 日，過程如表 2-1。

表 2-1、出國過程。

起訖日期	參訪公司/地點	工作既要
107.07.30 (一)		往程：台灣→日本長崎
107.07.31 (二)~ 107.08.01 (三)	MHPS/長崎工場	1. 汽機設計及振動議題探討。 2. 參訪工場及博物館。
107.08.02 (四)~ 107.08.03 (五)	MHPS/高砂工場	1. 汽渦輪機大修排程議題討論。 2. 參訪工場。
107.08.04 (六)~ 107.08.05 (日)		例假日
107.08.06 (一)~ 107.08.07 (二)	MELCO/神戶工場	1. 發電機設計及振動議題探討。 2. 參訪工場。
107.08.08 (三)	TOSHIBA/橫濱工場	1. 汽機設計及振動議題探討。 2. 參訪工場。
107.08.09 (四)~ 107.08.10 (五)	SHINKAWA/東京	1. 振動經驗分享及議題探討。 2. 遠端監測系統介紹。 3. 新型振動資料擷取器操作。
107.08.11 (六)		返程：日本東京→台灣

參、實習內容

一、MHPS 長崎工場參訪

本出國行程參訪第一站為 MHPS 長崎工場，長崎工場地理環境優美，附近有許多世界文化遺產，如哥拉巴花園、天草大埔天主教堂及位於工場內的巨型懸臂吊車等。長崎工場除了製作汽輪機轉子外，亦為造船廠，圖 3-1 為工場內風景。



圖 3- 1、MHPS 長崎工場風景。

本次參訪重點為 MHPS 長崎工場內的汽輪機(Steam Turbine, ST)工場，負責汽輪機製作、組裝及修理，圖 3- 2(a)為工場入口說明處與工安宣導;圖 3- 2(b)為工場鳥瞰圖，工場內大型加工機具一應俱全，規劃井然有序，標示動線十分明確; 圖 3-2(c)為用於轉子動平衡的高速動平衡機，我國並無大型高速動平衡機，與低速動平衡機不同處為高速動平衡機可用於臨界速度以上時撓性轉子動平衡處理; 圖 3- 2(d)為工作區域公安負責人名單與公安事項。

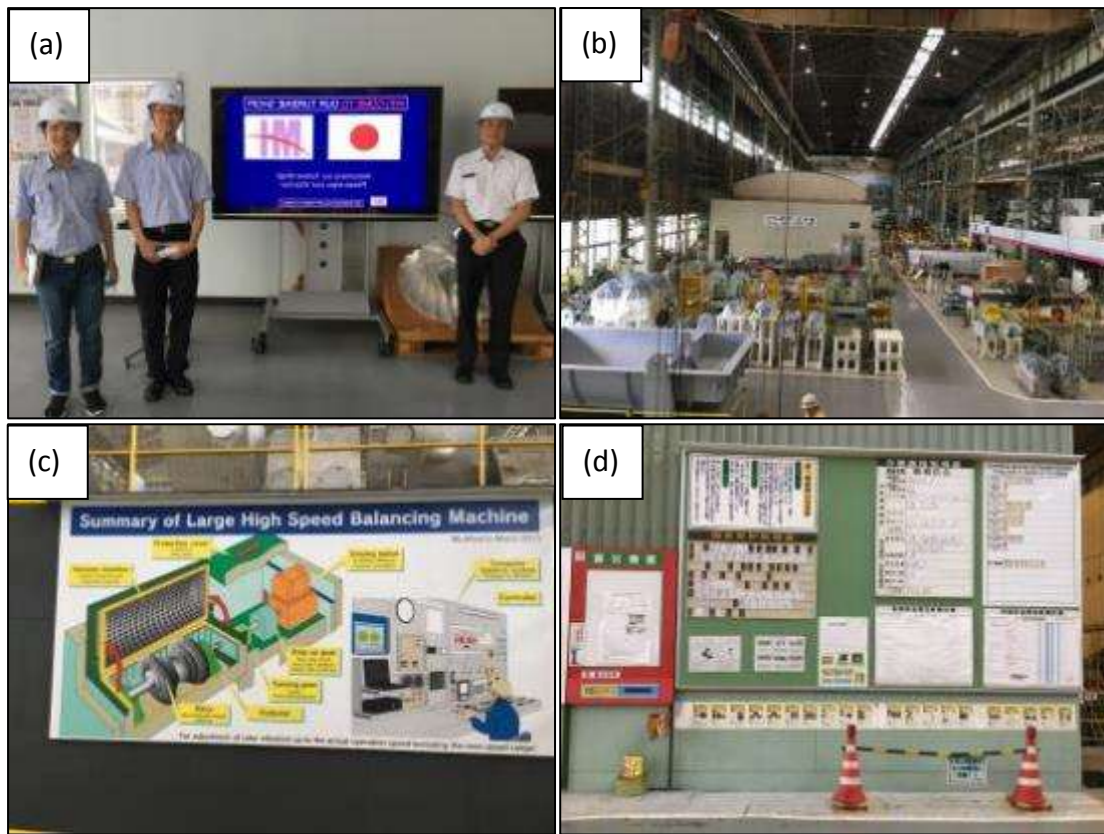


圖 3- 2、MHPS 長崎工場參訪圖。

在 MHPS 長崎除了參訪汽機工場，亦參訪位於廠區內的三菱歷史博物館，了解三菱如何以造船廠起家，而後發跡為重工業集團之歷程。因館內大部分歷史資料禁止拍照，故此處僅收錄博物館外觀及館內所展示的汽機意外事故殘骸(如圖 3-3)。



圖 3-3、MHPS 長崎工場內歷史博物館。

議題討論方面，MHPS 長崎工場除了林口超超臨界機組之汽機基本介紹外，亦有安排計師回覆與討論各種振動議題(圖 3-4 為與技師合影)。

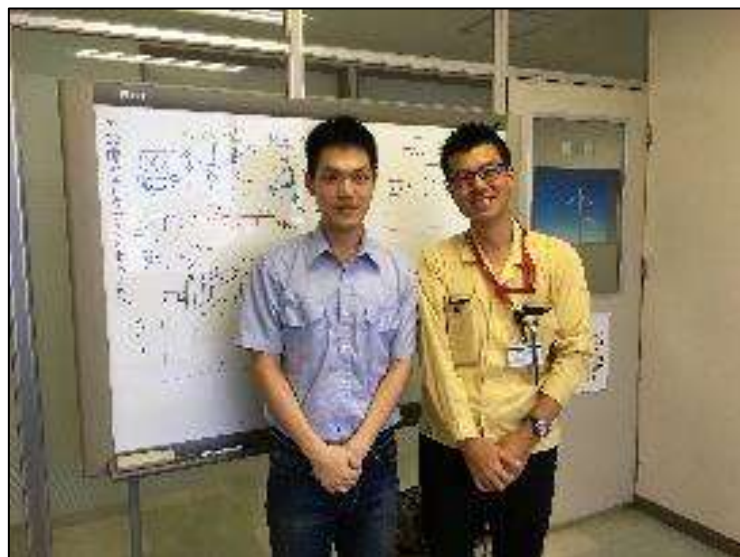


圖 3-4、與 MHPS 長崎工場技師合影。

針對林口一號機臨界速度高振動改善議題，事先請 MHPS 長崎工場技師提供機組模擬之臨界速度時的轉子軸系振動模態，圖 3-5 為軸系第一臨界速度時的模態，模擬的模態對照量測的資料，其餘模擬之各模態所對應之臨界轉速如表 3-1。此外，長崎工場技師亦提供林口一號機各段轉子出廠前高速動平衡數據，圖 3-6 為林口一號機 LP-2 原廠高速動平衡資料。

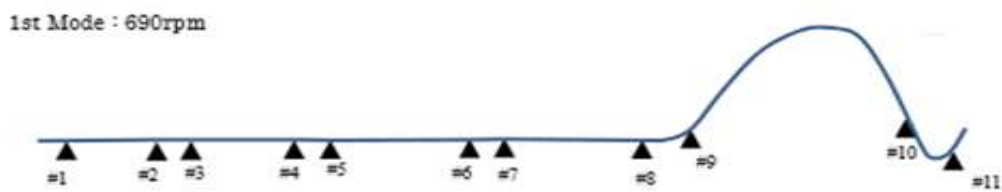


圖 3-5、MHPS 長崎模擬林口一號機轉子軸系的振動模態範例。

表 3-1、MHPS 長崎模擬林口一號機之臨界轉速。

軸系模態	臨界轉速
1st mode	690
2nd mode	1,270
3rd mode	1,300
4th mode	1,840
5th mode	1,920
6th mode	1,990

検査記録 INSPECTION RECORD		POWER SYSTEMS 原動機事業本部 <input checked="" type="checkbox"/> Nagasaki 長崎 <input type="checkbox"/> Takasago 高砂 <input type="checkbox"/> Yokohama 横浜																																				
工事番号 Order No.	04173	注文主 Customer	TAIWAN POWER COMPANY		工事名称 Name of Work LIN KOU POWER PLANT Unit No.1																																	
品名 Name of Part	Rotor & blade (LP-B)	図番・符号 Drawing No. & Part No.	TA10E-000101	Rev. 1	材質 Material Designation 10325UD																																	
識別番号 Identification No.	LL1G6	測定器名称及び測定器番号 Name of Measuring instrument & Measuring instrument No.		SCHENCK DH-10S																																		
<h3>Rotor balance test & Over speed test</h3> <p>Result of vibration reading</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">Rotor Speed (rpm)</th> <th colspan="3">Vibration Double amplitude (peak to peak) 1/100mm</th> </tr> <tr> <th>GEN end</th> <th>GOV end</th> <th>Allowable</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>At less than rated speed (During speed up)</td> <td>< 3,600</td> <td>0.94</td> <td>1.12</td> <td>12.5</td> </tr> <tr> <td>At rated speed (before overspeed)</td> <td>3,600</td> <td>0.40</td> <td>1.07</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>At overspeed (120% overspeed)</td> <td>3,600< ≤ 4,320</td> <td>2.93</td> <td>2.73</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>At rated speed (after overspeed)</td> <td>3,600</td> <td>1.01</td> <td>1.31</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>At less than rated speed (During speed down)</td> <td>< 3,600</td> <td>1.60</td> <td>1.55</td> <td>12.5</td> </tr> </tbody> </table>							Rotor Speed (rpm)	Vibration Double amplitude (peak to peak) 1/100mm			GEN end	GOV end	Allowable	At less than rated speed (During speed up)	< 3,600	0.94	1.12	12.5	At rated speed (before overspeed)	3,600	0.40	1.07	7.5	At overspeed (120% overspeed)	3,600< ≤ 4,320	2.93	2.73	7.5	At rated speed (after overspeed)	3,600	1.01	1.31	7.5	At less than rated speed (During speed down)	< 3,600	1.60	1.55	12.5
	Rotor Speed (rpm)	Vibration Double amplitude (peak to peak) 1/100mm																																				
		GEN end	GOV end	Allowable																																		
At less than rated speed (During speed up)	< 3,600	0.94	1.12	12.5																																		
At rated speed (before overspeed)	3,600	0.40	1.07	7.5																																		
At overspeed (120% overspeed)	3,600< ≤ 4,320	2.93	2.73	7.5																																		
At rated speed (after overspeed)	3,600	1.01	1.31	7.5																																		
At less than rated speed (During speed down)	< 3,600	1.60	1.55	12.5																																		

圖 3-6、林口一號機 LP-2 原廠高速動平衡資料。

二、MHPS 高砂工場參訪

MHPS 高砂工場主要產品為氣渦輪機(Gas Turbine)及其葉片，本次出國主題雖為超超臨界機組相關，但 MHPS 說明高砂工場是一座非常先進的工場，十分建議去參觀，故應邀約前往參訪。場內有一座試驗用電廠，稱之為 T-Point 電廠，用以試驗及開發各項創新技術。

高砂工場於參訪過程均禁止拍照，故僅有在主辦公室與接洽人員合影(見圖 3-7)。本次參訪工場的有研究發展中心、葉片製造工場、葉片修理工場、氣渦輪機製造場、組裝場及 T-point 電廠，參訪路線如圖 3-8 所示。高砂工場議題討論主要為氣渦輪發電機組大修排程及規劃，圖 3-9 為大修場地規劃範例，因我國與日本能源環境有些差異，大修排程僅供參考。



圖 3-7、與 MHPS 高砂工場人員於辦公室合影。

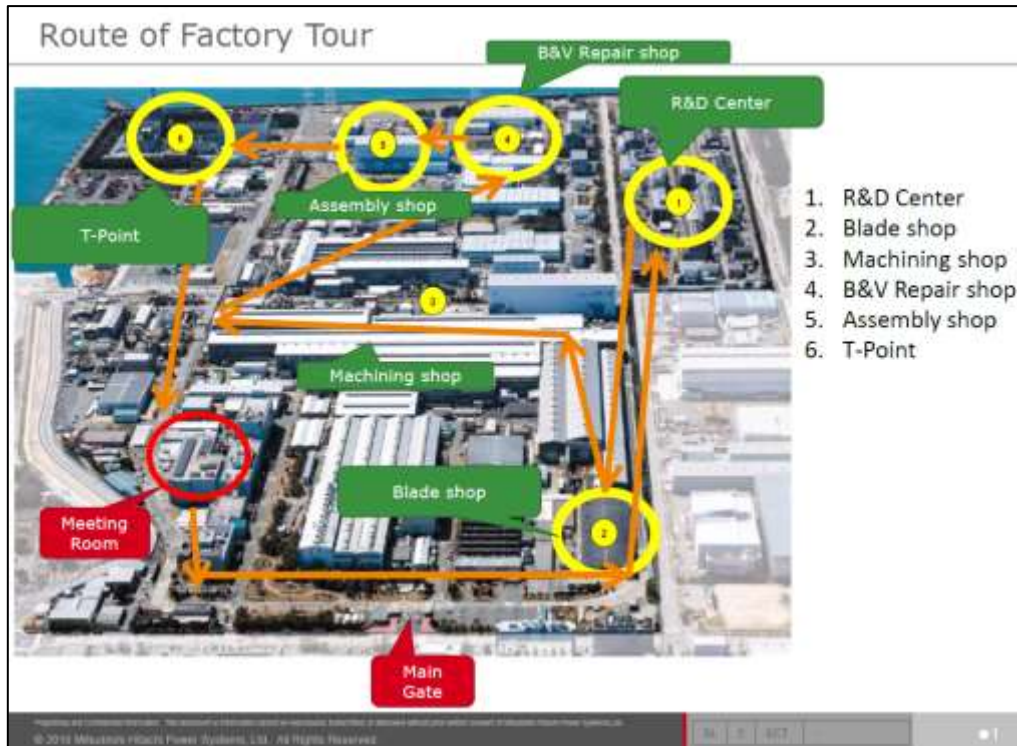


圖 3-8、MHPs 高砂工場參訪路線圖。

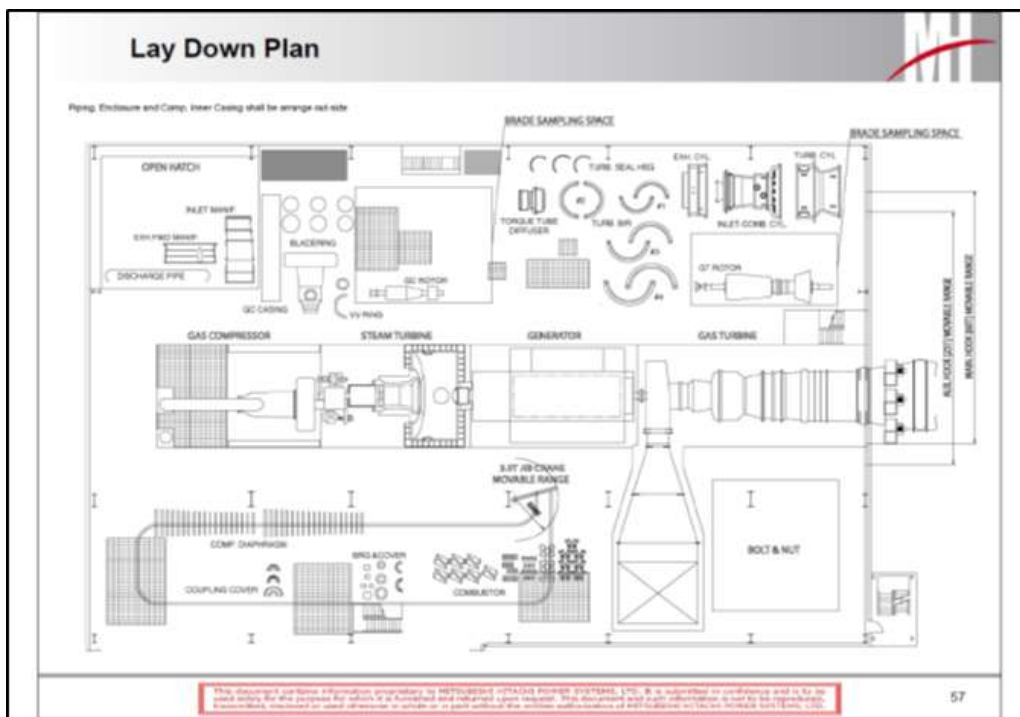


圖 3-9、氣渦輪發電機組大修場地規劃範例。

三、MELCO 神戶工場參訪

MELCO 神戶工場主要產品為各式發電機，圖 3-10 為在 MELCO 神戶工場辦公室與接洽人員合影。本次參訪的工場有機械加工場、組裝場及高速動平衡場，圖 3-11 為 MELCO 神戶工場參觀照片。



圖 3- 10、與 MELCO 接洽人員合影。



圖 3- 11、MELCO 神戶工場參觀照片。

以下簡述發電機與汽輪機振動異同之處，發電機轉軸振動主要振動分為彎曲和扭轉振動，其中彎曲振動主要分為同步和兩倍頻振動(如圖 3-12 所示)。同步振動主要為質量不平衡所引起(見圖 3-13)，可藉由動平衡改善;兩倍頻振動主要原因為轉子剛性不對稱，主要發生於兩極發電機，可藉由在轉軸上開槽等方式補償不對稱的剛性(如圖 3-14)。為避免發電機臨界轉速落於額定轉速附近，設計時透過模擬使額定轉速避開臨界轉速(如圖 3-15 所示)。扭轉振動主要為受到負向序電流或瞬間短路影響使的發電機產生扭矩變化而振動(見圖 3-16)。

發電機除了轉子振動外，亦有定子振動問題(如圖 3-17 所示)，分為端部線圈及鐵心振動，端部線圈振動原因為線圈受到電磁力引響而振動;鐵心振動原因為鐵心受到轉子磁極吸引而振動，兩者振動頻率皆有兩倍電網頻率(120 Hz)，出廠前都要利用敲擊測試檢測是否有自然頻率落在 120 Hz，敲擊時機點見表 3-2。

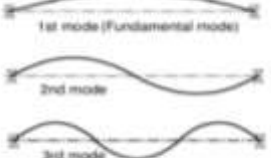

The type of vibration	Image
<p>■ Bending vibration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vibration of rated frequency - Vibration of double frequency 	
<p>■ Torsional vibration</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vibration of double frequency 	

圖 3- 12、發電機轉軸振動分類。

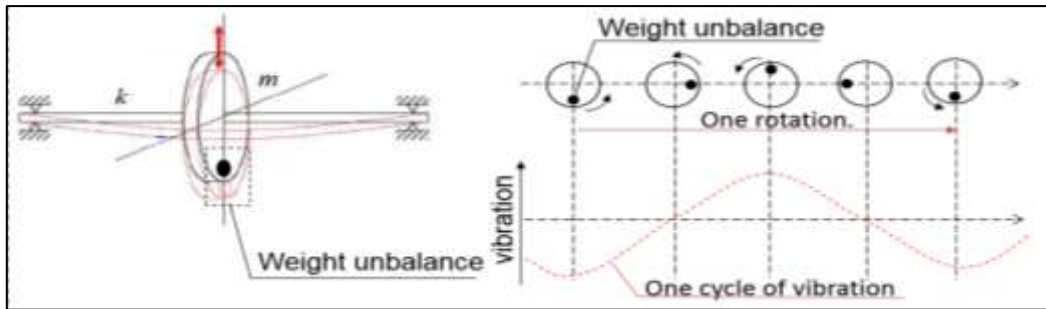


圖 3-13、轉子質量不平衡引起振動示意圖。

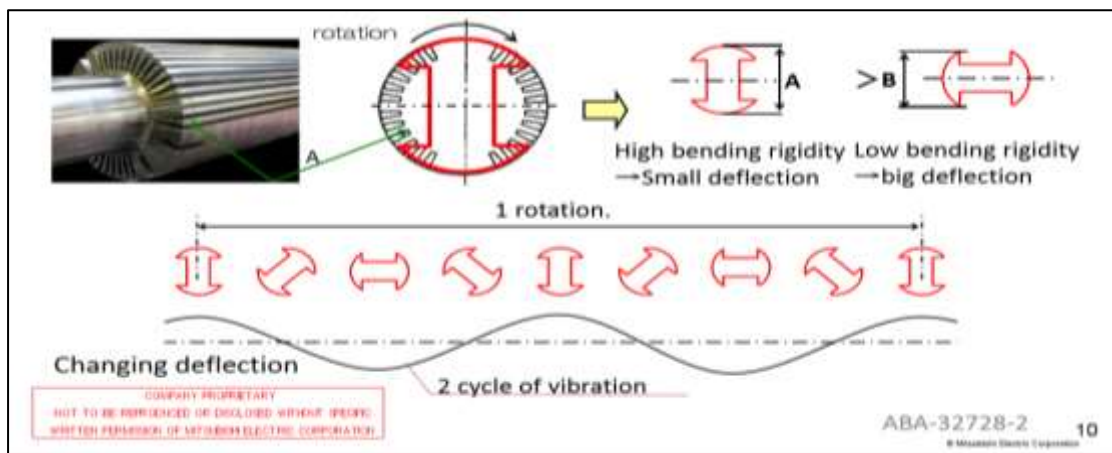


圖 3-14、兩極發電機轉軸兩倍頻引起機制。

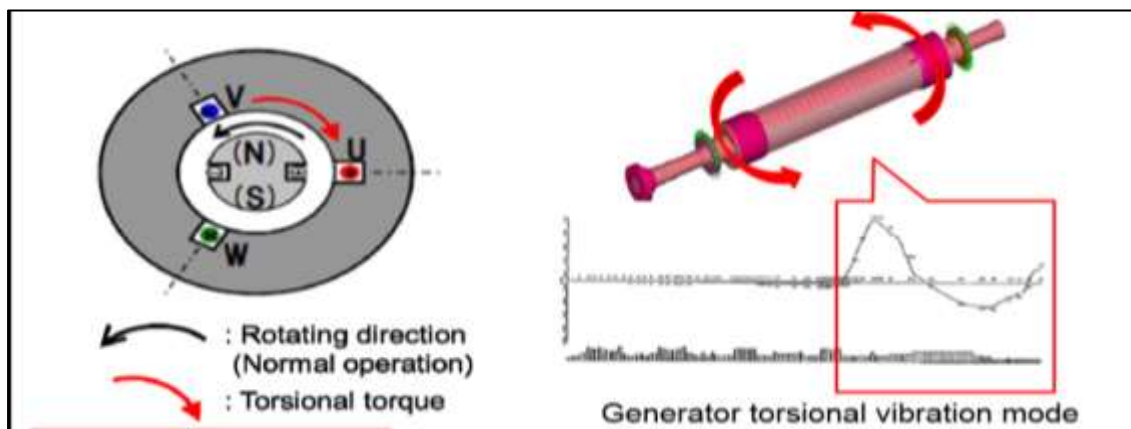


圖 3-15、發電機扭轉振動說明。

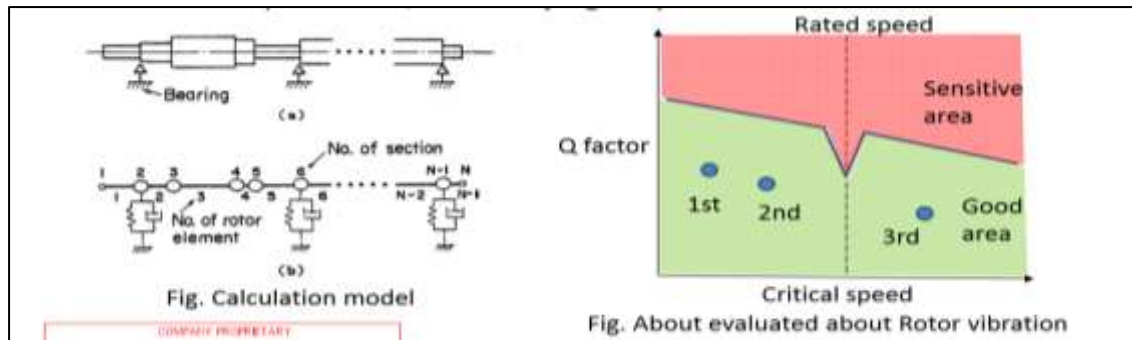


圖 3- 16、發電機轉軸臨界轉速設計範例。

3. Stator vibration

- The main components of the Stator are shown on figures below.
- The main vibrations of the Stator are as follows.
 - ✓ Stator coil end vibration
 - ✓ Stator core vibration

Fig. Generator sectional view

圖 3- 17、發電機定子振動。

表 3- 2、發電機定子敲擊測試時機點。

		Before winding	After winding	After Assembly
Core bump	IC	O	---	O
	RV	---	---	O
End winding bump		---	O	O
備註		IC:Inner cooling ; RV:Radial Vent		

四、Toshiba 橫濱工場參訪

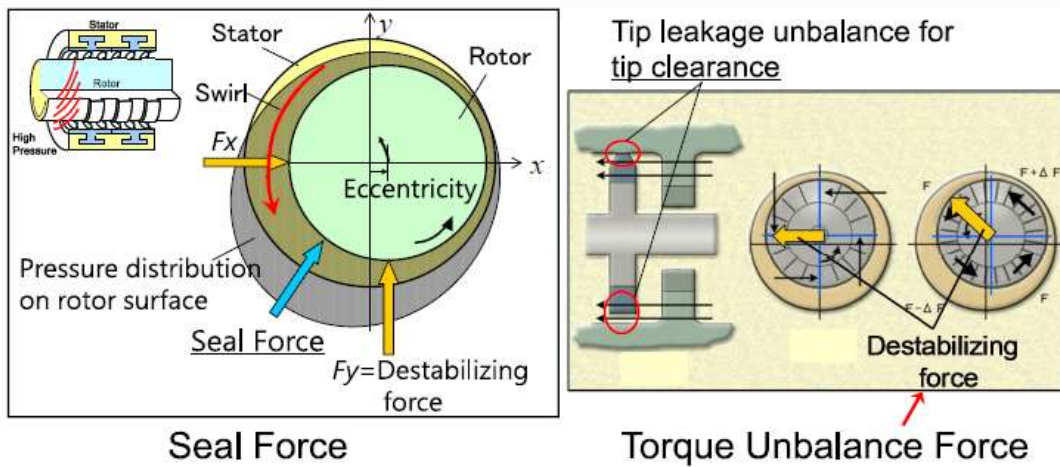
東芝(Toshiba)橫濱工場主要產品為汽輪機及葉片，圖 3-18 為 Toshiba 橫濱工場參觀照片，包含主辦公室、葉片工場及汽機工場。



圖 3- 18、Toshiba 橫濱工場參訪照片。

議題討論方面，以下針對汽流激振做討論，隨著汽機發展，蒸汽壓力及溫度越來越高，凸顯了汽輪機獨特振動模式-汽封及頂隙不穩定力(如圖 3-19 所示)，此種不穩定力主要發生在汽封處及動靜葉片頂隙處，原因皆為蒸汽洩漏不均，產生不穩定力而發生渦動(Swirl)。設計時 Toshiba 透過模擬軟體分析穩定性(如圖 3-20 所示)，計算蒸汽不穩定力引起振動的特徵值，並使其落在設計範圍內以避免發生汽流激振。

Mechanism of Rotor Instability due to Seals



- Rotor eccentricity
- ⇒ More increased Seal force & Torque Unbalance force.
- ⇒ Increase the eccentricity.
- ⇒ Increase...

Unique to
Steam Turbine

~Then the vibration may be unstable.

圖 3- 19、汽封及頂隙不穩定力。

Evaluation of Rotor Stability ~TSB rotor design~

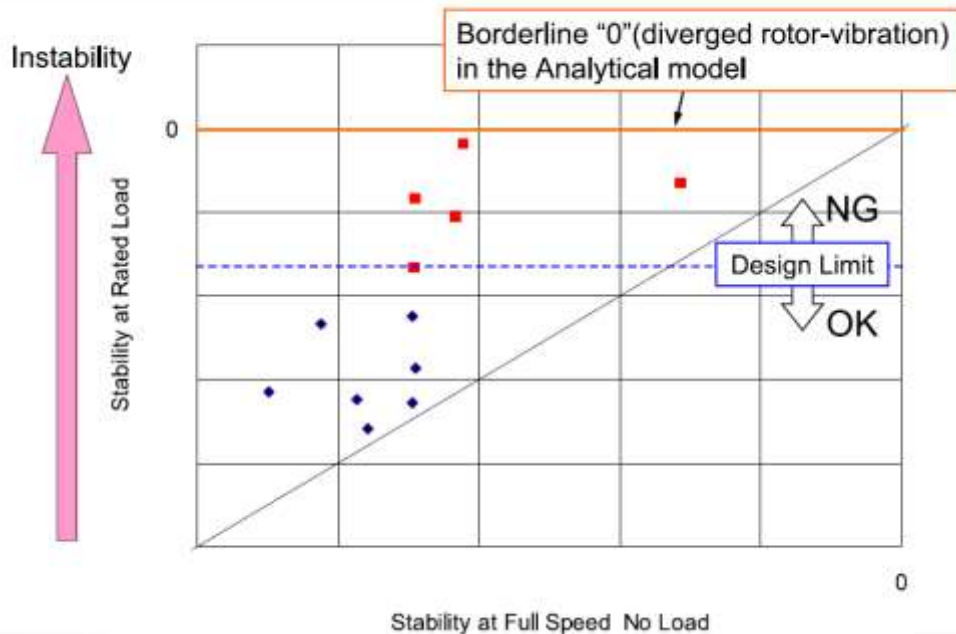


圖 3- 20、轉子穩定性分析。

Toshiba 臨界轉速設計方面與 MELCO 皆採用 ISO-21940-31(如圖 3-21)，目的皆使臨界轉速遠離額定轉速。此外，Toshiba 亦給了低速動平衡用於轉子中央質量不平衡的建議(如圖 3-22)，由於低速動平衡一般為雙面動平衡，對於轉子中央質量不平衡，若將配重集中於轉子兩側可能會使第二或第三臨界速度時振動變大，故 Toshiba 建議將一部份重量分到中間面。

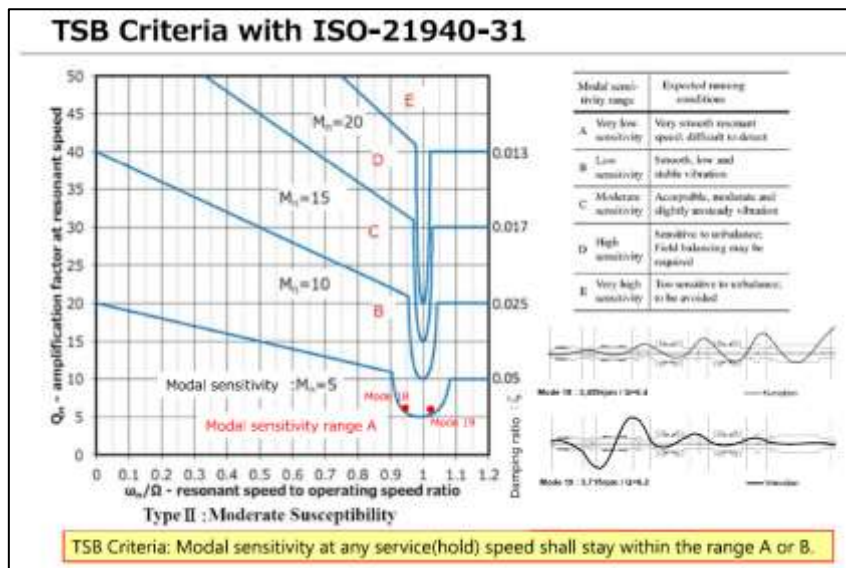


圖 3- 21、臨界轉速設計標準。

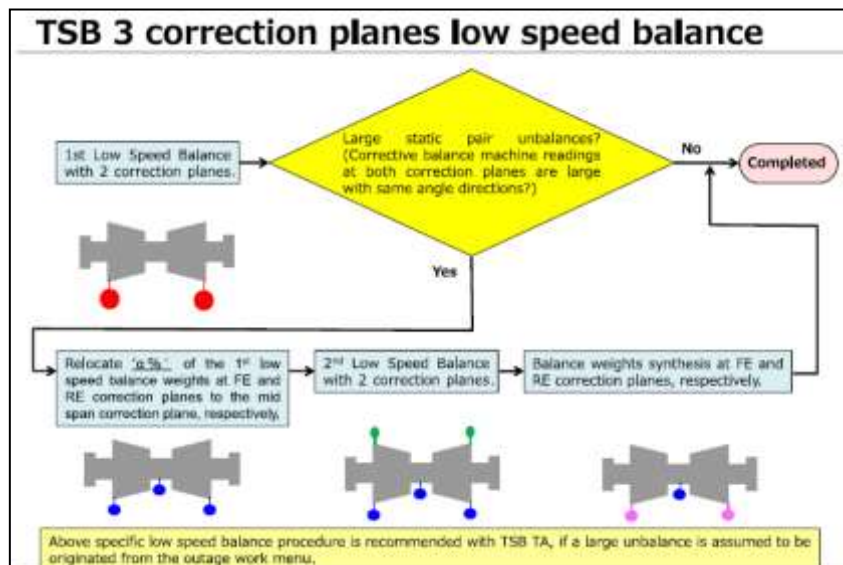


圖 3- 22、低速動平衡用於轉子中央質量不平衡改善。

五、Shinkawa 東京辦公室參訪

新川(Shinkawa)為林口新機組振動分析及診斷系統提供廠商，振動方面主要產品為感測器及訊號擷取分析器，圖 3- 23 為在 Shinkawa 東京辦公室留影。

林口新機組振動分析及診斷系統為 InfiSYS RV-200(如圖 3-24)，訊號處理方面分為轉速訊號、轉軸相對振動訊號及外殼絕對振動，其流程與架構見圖 3-25。

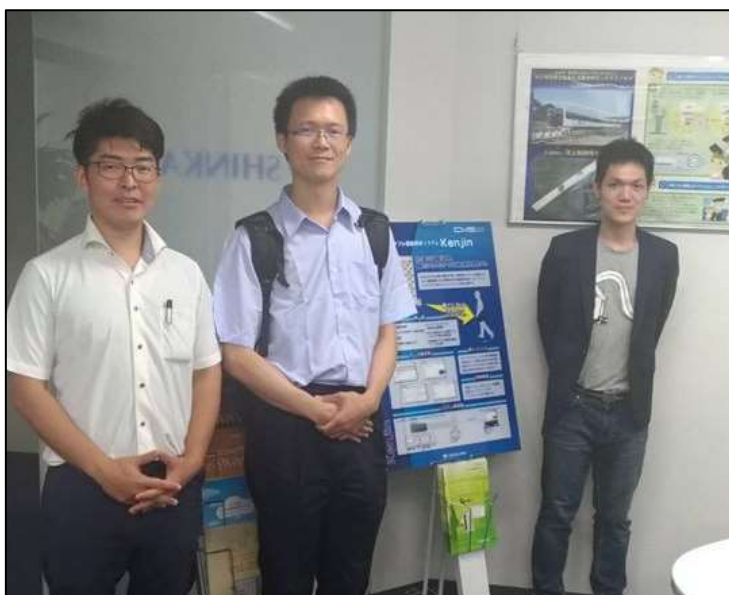


圖 3- 23、Shinkawa 東京辦公室留影。

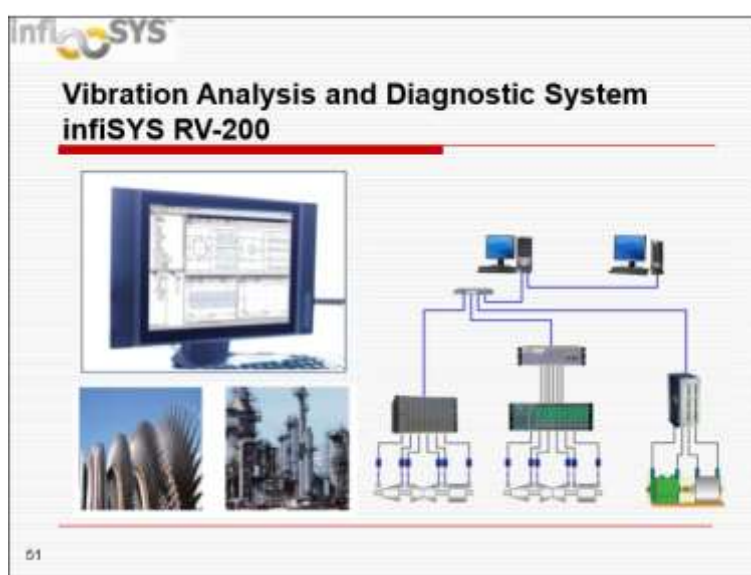


圖 3- 24、振動分析及診斷系統 InfiSYS RV-200。

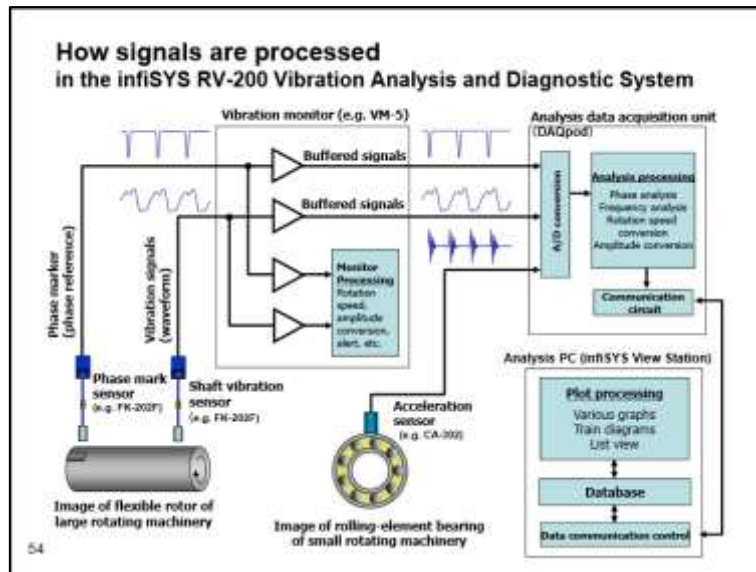


圖 3- 25、InfiSYS RV-200 振動訊號處理流程。

由於 Shinkawa 為 MHPs 主要合作廠商，我國林口、通霄及大林等新建機組皆使用 InfiSYS 系統，故 Shinkawa 也規劃遠端遙控集成監測系統(G-Monitor)放於電力修護處振動研側隊，其架構規劃見圖 3-26 與圖 3-27，用以即時監測與資料快速取得，方便振動故障排除。

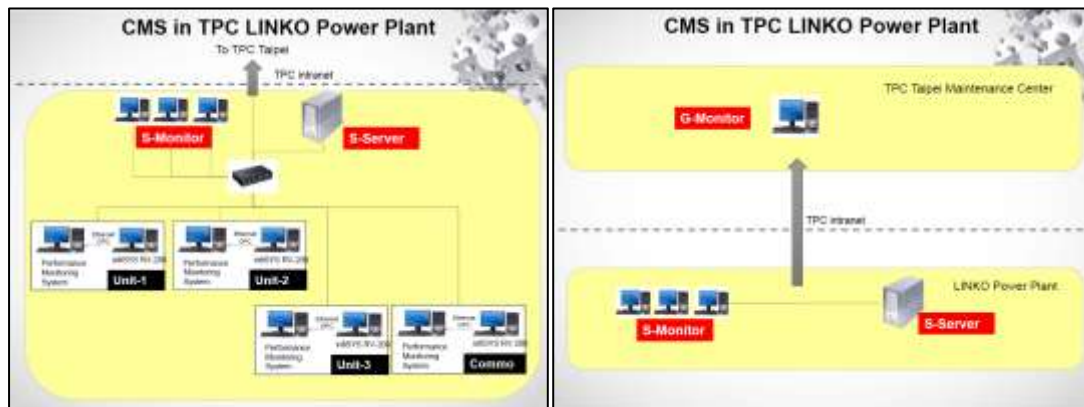


圖 3- 26、G-Monitor 架構。

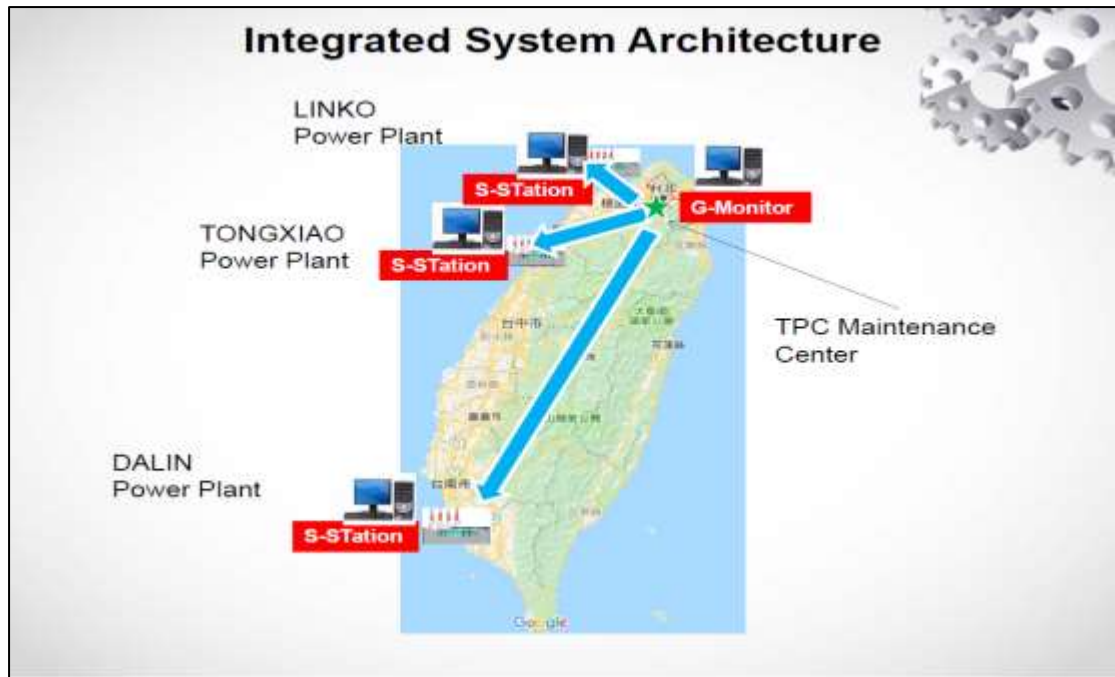


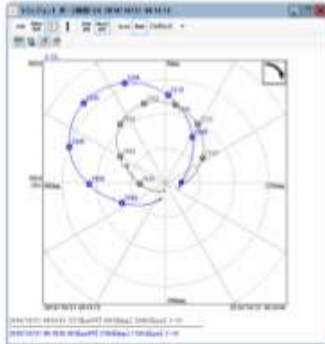
圖 3-27、振動集成監測系統架構規劃。

Shinkawa 所介紹之可攜式振動資料擷取器-kenjin，外型及簡介如圖 3-28 所示，基本振動繪圖如 polar plot、bode plot、spectrum 及 waterfall plot 等功能一應俱全(見圖 3-29)。此外，Shinkawa 亦有介紹委託 MHPS 製作的轉子模型，其功能有油旋、不對中及部件飛散圖等狀況模擬，其訊號如圖 3-30 所示，功能完善。

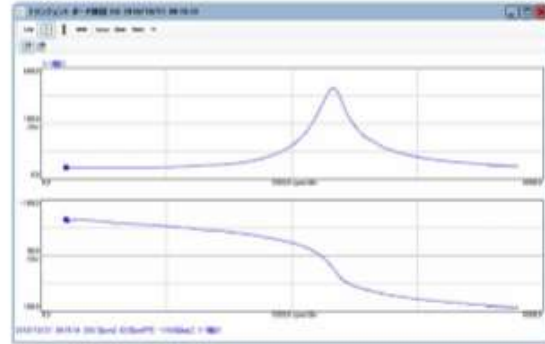
The advertisement for the Kenjin Portable Vibration Analysis System is divided into two panels. The left panel, labeled "63", features the Kenjin and CMS logos and the title "Portable Vibration Analysis System Kenjin". It highlights the system as "Lightweight, compact, easy to carry and instant setup!". It shows the "Portable Data Acquisition Unit KJ-2000" and a "Carrying case" with the text "Specially designed carrying case allows for easy transportation and setup." The right panel, labeled "61", also features the Kenjin and CMS logos and the title "Portable Vibration Analysis System Kenjin". It lists three key features: "1) Easy hookup, on site analysis for rotating machinery unprotected with vibration analysis system.", "2) Can be used for vibration analysis when failure occurred and/or transient data acquisition during startup and shutdown.", and "3) Connectable to non-SHINKAWA monitors." Below the text is a diagram showing an "Existing vibration monitor" connected to the "Kenjin Portable Data Acquisition Unit KJ-2000B (SACH Box)", which is then connected to a "Kenjin Portable View Station" with "Installed software Analysis software KJ-2100". The Shinkawa logo is at the bottom of both panels.

圖 3-28、振動資料擷取器 Kenjin 簡介。

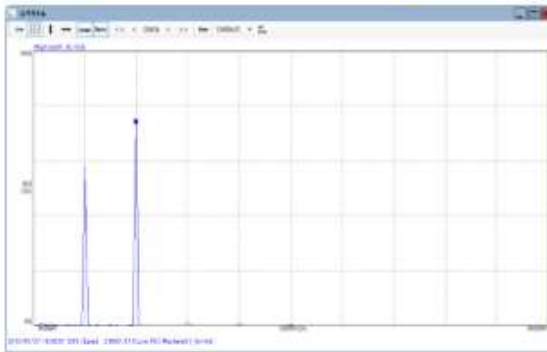
Polar Plot



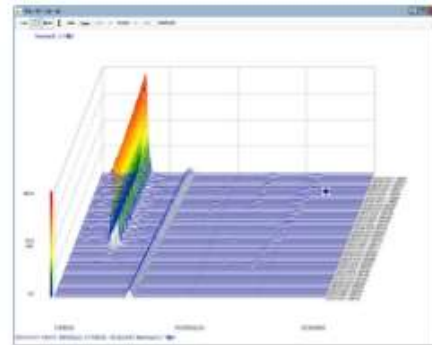
Bode Plot



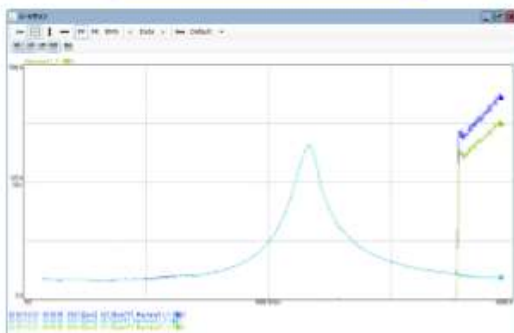
Spectrum Plot



Waterfall Plot



S-V Plot



Campbell Plot

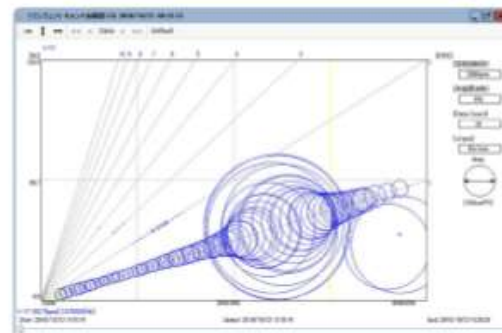


圖 3- 29、Kenjin 常用振動分析圖表。

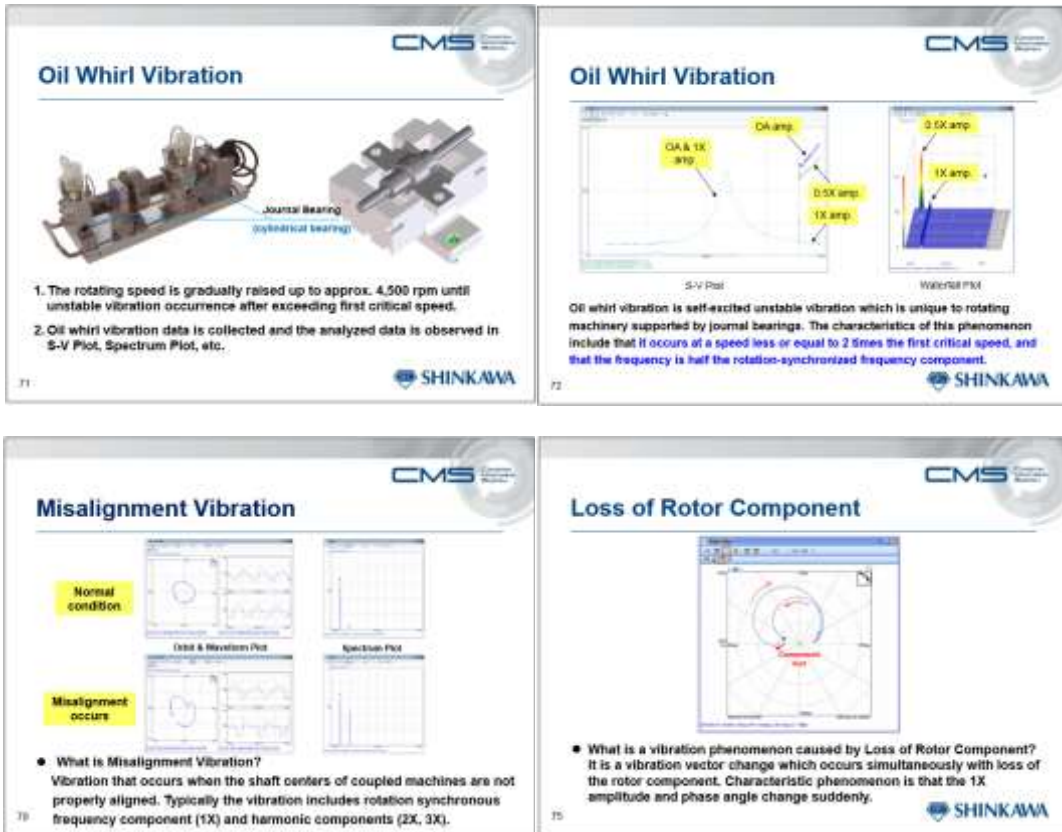


圖 3- 30、轉子模型應用於油旋、不對中及部件飛散之訊號分析。

肆、心得與建議

一、心得

本次前往日本實習，感受到三菱公司除了重視工安之外，亦非常重視人才培訓，公司辦理多項訓練及技能競賽，持續加強人員本職學能。

在振動議題上，以往都是以解決現場振動問題觀點來探討振動問題，本次實習首次以汽機及發電機設計者觀點探討振動議題，在各參訪工場及公司取得的資料、議題討論及延伸探討等都收穫良多。舉例來說，根據 MHPS 長崎工場所提供的軸系預估臨界轉速與振型，對照現場實際量測資料，可用以現場動平衡選擇配重面及位置參考。

本次實習成果卓越，不論是振動改善之知識及技術收穫，抑或是各種先進振動監測設備認識、後處理軟體功能討論都對未來工作有莫大幫助。

二、對本公司建議

1. 技術交流方面，透過代理商或是與對方技師電子郵件溝通上很難對問題透徹討論，故派員出國實習面對面討論實屬有必要性，使本公司技術能持續成長。
2. 適當更新國外先進振動監測或分析設備有助本公司對於機組預知保養及振動問題解決。
3. 持續推廣專業人員國際證照，與國際接軌。