

出國報告(出國類別：研習)

「複合式交通噪音量測技術」研習 出國報告

服務機關： 行政院環境保護署環境檢驗所

姓名職稱： 陳孟宜助理研究員

派赴國家： 日本

出國期間： 103年9月28日至10月7日

報告日期： 103年12月22日

「複合式交通噪音量測技術」研習

摘要

近年來，我國之道路交通系統及大眾運輸系統皆日益完備，包含道路交通系統的國道、省道、市道、縣道、區道及鄉道等，與鐵道運輸系統的高鐵、台鐵、捷運及輕軌等皆陸續通車及完工。然而，便利的交通運輸系統伴隨而來的噪音案件日益增加且日益複雜。日本鐵路及捷運系統相當完備，且無論研究機構、財團法人或相關私人企業皆持續著手於噪音防制、量測及計算等之研究，以及致力於降低交通運輸工具噪音之研究及發展，因此，本次考察研習除參訪日本小林理學研究所及日本噪音量測儀器公司等有關日本噪音量測研究發展之機構外，並考察名古屋之高架道路系統及成田機場之噪音監測站，及參訪JR財團法人鐵道總合技術研究所、JR磁懸浮式超高速列車鐵路館及豐田汽車工廠，以日本道路交通系統與軌道運輸系統運行現況與其噪音之測定與防制技術，作為我國未來研訂管制規範、相關檢測方法及監測技術之參考。

目次

壹、目的.....	3
貳、行程.....	4
參、研習過程.....	5
肆、心得及建議.....	20
伍、附件	23

壹、目的

近年來，我國之道路交通系統及大眾運輸系統皆日益完備，包含道路交通系統的國道、省道、市道、縣道、區道及鄉道等，與鐵道運輸系統的高鐵、台鐵、捷運及輕軌等皆陸續通車及完工。然而，便利的交通運輸系統伴隨而來的噪音案件日益增加且日益複雜。日本鐵路及捷運系統相當完備，且無論研究機構、財團法人或相關私人企業皆持續著手於噪音防制、量測及計算等之研究，以及致力於降低交通運輸工具噪音之研究及發展，因此，本次考察研習除參訪日本小林理學研究所及日本噪音量測儀器公司等有關日本噪音量測研究發展之機構外，並考察名古屋之高架道路系統及成田機場之噪音監測站，及參訪JR財團法人鐵道總合技術研究所、JR磁懸浮式超高速列車鐵路館及豐田汽車工廠，以日本道路交通系統與軌道運輸系統運行現況與其噪音之測定與防制技術，作為我國未來研訂管制規範、相關檢測方法及監測技術之參考。

本次研習複合式交通噪音量測技術包含道路交通系統及鐵道運輸系統噪音測定及防制技術，同時蒐集現行相關噪音資訊，以找尋未來可能適用我國之政策及最佳管理方案，並可作為因應我國交錯複雜的道路交通系統，及高鐵、台鐵、北高捷運、輕軌系統陸續通車所引發之噪音問題，維護環境安寧。

貳、行程

時間	行程	活動地點
9月28日(日)	台灣出發前往日本	去程
9月29日(一)	參訪 JR 磁懸浮式超高速列車鐵路館 考察名古屋平面道路、高架道路與鐵道情形	名古屋
9月30日(二)	參訪豐田汽車工廠 下午前往東京	東京及名古屋
10月1日(三)	參訪 JR 財團法人鐵道總合技術研究所 (Railway Technical Research Institute)	東京
10月2日(四)	參訪噪音監測站(Noise Monitoring Stations NA-37)	東京
10月3日(五)	參訪日本 RION 原廠公司 (RION CO., LTD.)	東京
10月4日(六)	相關資料蒐集	東京
10月5日(日)	相關資料蒐集	東京
10月6日(一)	參訪小林理學研究所(Kobayashi Institute)	東京
10月7日(二)	日本出發返回台灣	返程

參、研習過程

(一) 平面道路、高架道路、高架鐵路交彙情形

關於複合性噪音的研究，日本對於其研究包含5項理論，分別為拋物線集音法、聲功率量測法、四點法、麥克風啞鈴法及復合同型音源簡易修正法，這5項理論皆為嘗試分離複合性噪音源的研究方法，進而使用於改善環境噪音品質。

針對高架道路及高架鐵路之交通運輸系統所產生的噪音，其防制技術主要為使用不同材質之隔音牆或吸音材料、或使用道路多孔面處理、設置消音箱、及使用減振設備等作為防音及減音方式。另高架道路本身構造所產生的振動影響不同，亦會影響車輛行駛時產生的噪音。而住宅方面則可採用加裝隔音門窗的方式，以減少高架道路及鐵道運輸系統對居民的影響。



高架道路隔音牆外觀



高架道路隔音牆形式



平面道路與高架鐵路併存



平面道路、高架道路及高架鐵路交彙

(二) 參訪豐田汽車工廠

影響道路交通噪音之最關鍵因素，為汽機車車輛所產生的噪音，車輛於啟動或加速時所產生的音量約為車輛定速行駛時音量的1-1.5倍，因此減低車輛產生的音量為降低交通噪音非常重要的一環，而發展低噪音引擎、低噪音輪胎，並減少風扇音、吸排氣音、車體振動音，及車體隔音等技術皆為降低車體音量的方式，另日本已開發並上路的油電複合動力車，可減少約一半之噪音，其亦可減少碳排放量，全力實現節能、節源及降低環境負荷之目標。



豐田汽車總部



豐田汽車接待會館

(三) 參訪JR鐵道總合技術研究所(Railway Technical Research Institute)

影響鐵道運輸系統噪音之關鍵因素，為列車與軌道所產生的噪音，而鐵道總合技術研究所主要為由JR 各公司之經費支援，進行鐵道之車輛、土木、電器及環境等各方面研究，此次參訪過程中介紹其利用相關新幹線列車模型，進行包括輪軌音等噪音模式模擬，以實際應用於改善列車所產生之噪音，另日本預計於13年後啟用磁浮列車，噪音問題將更加減少。

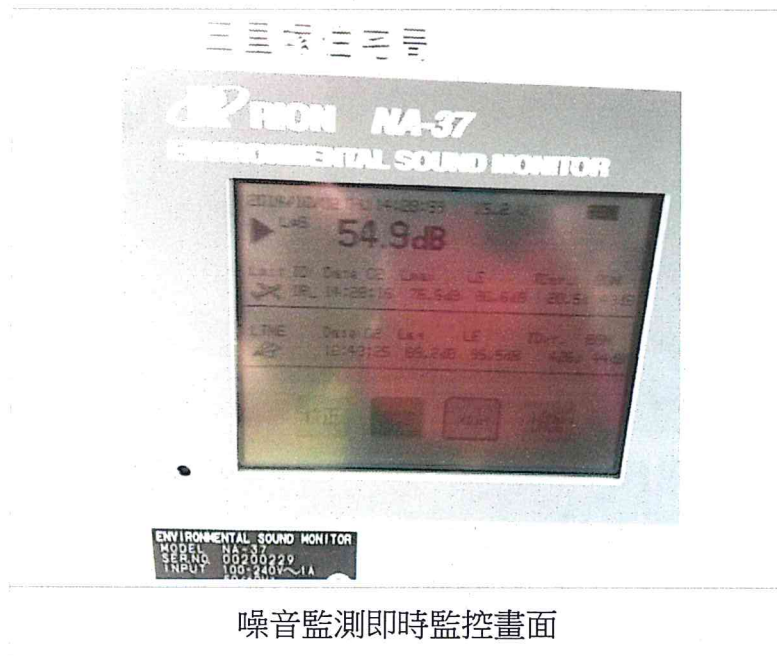
本次參訪過程亦介紹其新幹線系統之大型低噪音風洞系統（RIRI's Large-Scale Low-Noise Wind Tunnel），此為因應新幹線為提升車速，而導致隧道段面積太小，引發之洞口微氣壓（音爆）的議題，而設置假隧道為目前唯一解決方式，此外，經模擬及安裝於新幹線之減音量測，示範車體於密閉箱高速行進的測試空氣力測定試驗，探討車體通過隧道後風速對噪音產生的影響。



鐵道總合技術研究所

(四) 參訪成田機場噪音監測站(Noise Monitoring Stations NA-37)

成田機場噪音監測站採用Noise Monitoring Stations NA-37系統，此監測系統包含4個量測側向音源之麥克風及1個量測上方音源之麥克風，當監測過程中有音量產生時，系統則依音源的頻率及方向等資訊判斷此聲音為何種交通工具所產生及音源的方向。如下圖所示，當飛機自上空經過時，現場之噪音監測即時監控畫面則顯示其判斷的交通工具、飛行方向及噪音值。另噪音監測站之數據亦傳輸至辦公室之監控系統，再經由電腦軟體及人工詳細分析及判斷以獲得更精確的數據。此系統除航空噪音外、亦可使用於環境噪音及工業區噪音等的量測。





麥克風



噪音監測系統



辦公室監控系統
透過此監控系統再傳輸至
電腦分析

(五) 參訪RION日本原廠(RION CO., LTD.)

參訪研發生產噪音計之日本RION原廠公司，於RION公司參訪過程並進行道路交通系統噪音及鐵道運輸系統噪音議題討論，該單位並提供日本音響學會所發行之2014年第70卷4號之日本音響學會誌，對於道路交通噪音調查研究及量測計算方式以特集方式刊出，報導內容可作為道路交通噪音之預測及相關調查研究供參。



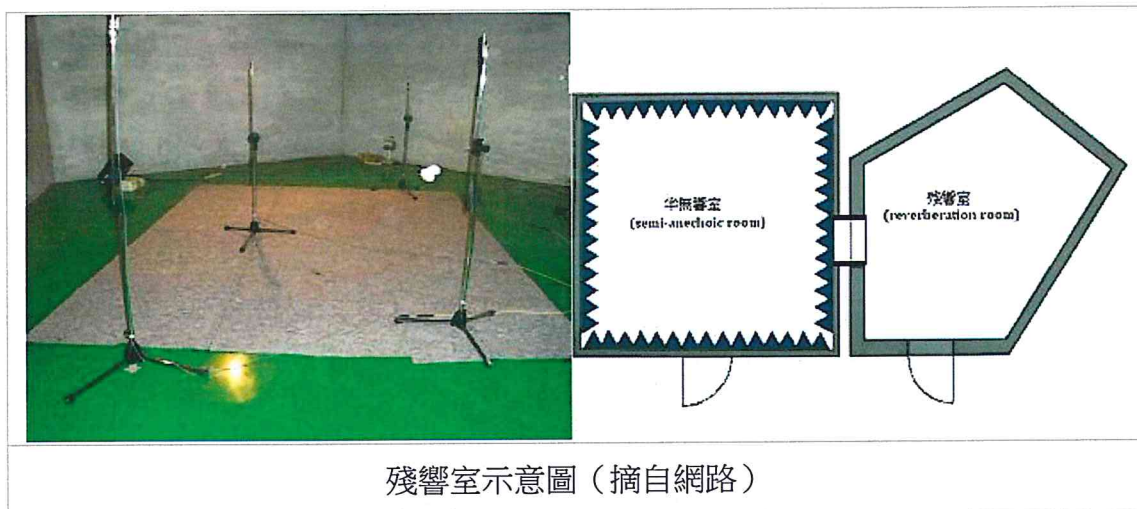
與RION公司人員合照



環境測量試驗室

(六) 參訪小林研究所(Kobayashi Institute)

參訪小林研究所之音響科學博物館、殘響室(Reverberation Laboratory)、無響室(Anechoic Laboratory)及相關噪音研究設備。



(七) 道路交通噪音研究及計算

1. 道路特殊場所的噪音

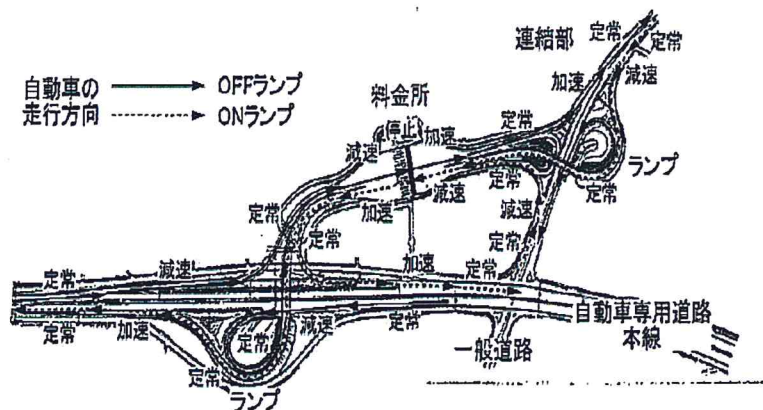
交流道、平面道路與高速公路連結處、交通號誌交叉口，隧道口周邊、高架與平面道路併存，或含多層高架道路等的固定場所，因道路與行車狀況複雜，噪音量測計算方法與一般道路量測方法不同，需要額外考量。以下針對各項目進行說明。

(1) 交流道(インターチェンジ, Interchange)

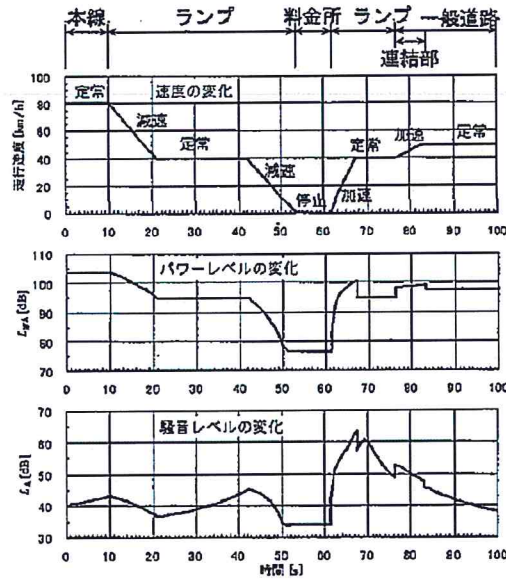
交流道因為有車道變化與收費站等設施設計，汽車於收費站附近有減速、停止、前進、加速等動作(圖一)。此外，高速公路之匝道斜坡與車道交會處亦有加速及減速的行車特性，故據此基礎預測交流道周邊噪音之計算，圖二為汽車行進狀態與噪音產生之關係圖。

(2) 連結部

連結部為匝道斜坡與平面道路之部分(或交流道匯合)，如圖一所示，汽車(日文為自動車)專用道路(即高速公路)與一般道路(即平面道路)相接，為汽車加速或減速的地方，據此參考加減速的能量位準(power level)之方法計算。而加減速與車種無關，加速度定值為 0.4 m/s^2 ；減速時為 -1.3 m/s^2 。



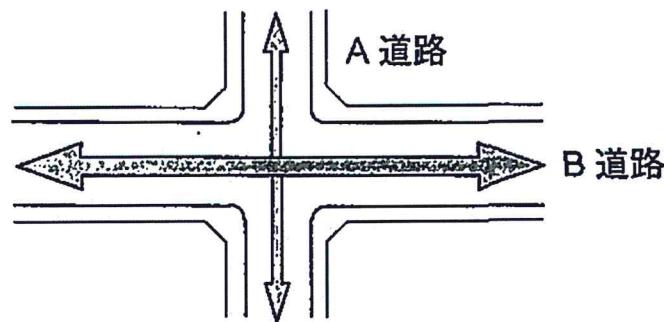
圖一、交流道附近汽車行進狀態



圖二、汽車行進狀態與噪音產生之關係圖

(3) 交通號誌交叉口

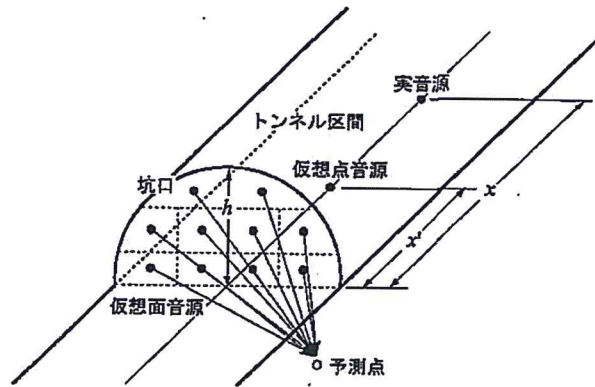
市區一般道路的交通號誌交叉口，各輛汽車會發動前進、加速、定速、減速、停止，頻繁且重覆地發生，因此交通的流動處於非定速狀態。交通號誌交叉口的噪音，見圖三表示，為2條道路交會處，個別道路以非定速的能量位準(power level)公式，以適當的 L_{Acq} 計算，然後再進行能量加總。



圖三、交通號誌交叉口

(4) 隧道口周邊

此項目之預測模型，為隧道口放射出隧道內部之汽車噪音(坑口音)，並將所發出的「直接音」與以外的「反射音及擴散音」分別模式化，前者以隧道內的假想音源點通過隧道口放射出來，後者為「反射音及擴散音」於坑口有假想虛擬面，音從虛擬面之「假想面音源點」放射出來的，據此模擬計算(如圖四所示)。另此計算模型，原則上只適用於隧道口形狀為半圓形與矩形的場合，上述以外之形狀隧道口的需再進一步討論。另外，隧道內不同區間的吸音率(吸音係數)不同時，亦可適用。



圖四、隧道內汽車假相音源的配置

2. 高架及平面道路共存，多層高架道路

(1) 高架道路內側形狀與內側反射的計算

高架道路內側形狀、其為平坦或為凹凸模式如圖五所示。根據形狀不同，以下敘述「鏡像法」與「散亂反射法」兩種。一般的情況下，前者預測方法(鏡像法)較好，但無法忽視凹凸程度的話，得使用後者方法(散亂反射法)。

此處的適用範圍為平面道路無遮音壁設置，或道路單側設置遮音壁的情形(即整體道路僅一面遮音壁)。當道路雙側皆有隔音牆的時候(或

有2個以上隔音牆之情形)，涉及多重反射之複雜音場，鏡像法與散亂反射法皆無法適用。此時需使用波動數值解析(以小規模實驗模擬)。



圖五、高架道路內側形狀

(2)鏡像法的計算方法

如圖六所示，以平面道路設置單側遮音牆，及4~6車道的一般高架道路的情形來考量。

此情形下的音量計算主要分為四個路線，包含(1)直接音 (SP)、(2)高架裏面反射音(S' P)、(3)裏面地面反射音(S' P' 及S' ' P 2種)來考量，在預測點P點地方的A特性聲壓位準 L_A (dB)，其為經由路徑的以傳播音合成，以下為計算式：

$$L_A = 10 \log_{10} \left(10^{\frac{L_{A,0}}{10}} + 10^{\frac{L_{A,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{A,2}}{10}} + 10^{\frac{L_{A,3}}{10}} \right) \quad (1)$$

此 $L_{A,0}$ 、 $L_{A,1}$ 、 $L_{A,2}$ 、 $L_{A,3}$ 分別為直接音、高架裏面反射音、裏面地面反射音的A特性聲壓位準 L_A (dB)，然後， $L_{A,1}$ 、 $L_{A,2}$ 及 $L_{A,3}$ 由下面計算式得知：

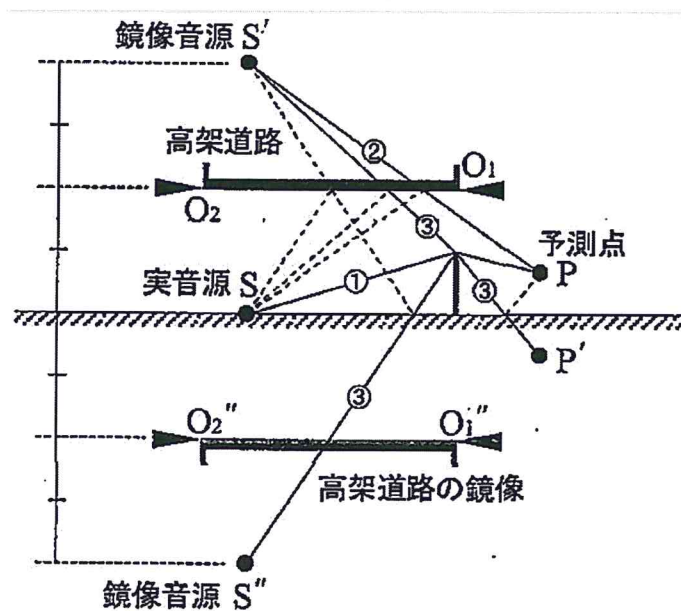
$$L_{A,i} = L_{WA} - 8 - 20 \log_{10} r_i + \Delta L_{dif, sb, i} + \Delta L_{refl, slit, i} + \Delta L_{abs}, \quad i=1 \sim 3 \quad (2)$$

此處， L_{dif} 的 i 項為鏡像源相關對於遮音壁回折補正量(dB)， $\Delta L_{refl, slit, i}$ 為根據鏡像法的反射補正量(dB)，再者，實際上需要使用遮音壁與細縫(Slit)的二重回折，但為了簡化， $\Delta L_{dif, sb, i}$ 的計算上，細縫

(slit)可視為忽略的，另外，在 $\Delta L_{refl,slit,i}$ 的計算上，遮音壁也可被忽略。再進一步，高架裏面有吸音性的時候，吸音性相關的補正量 L_{abs} 來補正。

高架裏面反射音的影響範圍，與在音源位置關係密切，於計算上，以實際汽車動線中心來設定音源(代表車子動線不匯集)。再者，平面道路的道路旁沒有遮音壁的時候，只有裡面地面反射音 $S'P'$ 的路徑。實際的計算為忽略(公式1)的第4項，而公式2的 L_{A1} 及 L_{A2} ，則以 $\Delta L_{dif, sb, 1}=0$ 以及 $\Delta L_{dif, sb, 2}=0$ 來計算。

另外，若寬度很寬的高架道路，高度的反射音的影響無法忽視。在這時候，上述相同的方法設定鏡像音源的高度，裏面與地面上的多重反射音($S'P'$ 等)計算之。而高架裏面的吸音處理方式，一般為到橋腳的樑都沒有吸音處理，而由吸音板設置部與非設置部的面積率與吸音率，兩者來加重平均設定等，作為必需的考量依據。



圖六、鏡像法的音波傳輸路徑

(3) 散亂反射法的計算方法

圖七表示對於音源S，預測點P，則假設P' 為預測點P位於高架道路的橋正下方的相對位置，並假定高架道路寬的散射反射面 Σ (sigma)。

與鏡像法相同，包含(1)直接音(SP)，(2)高架裏面反射音(S Σ P)，(3)裏面地面反射音(S Σ P' 及S Σ' P)，共4個考量之途徑。預測點P之A特性音壓位準 L_A (dB)以公式1計算，然而，在此情況下，同式的 $L_{A,1}$ 、 $L_{A,2}$ 及 $L_{A,3}$ 則以下列計算式表示：

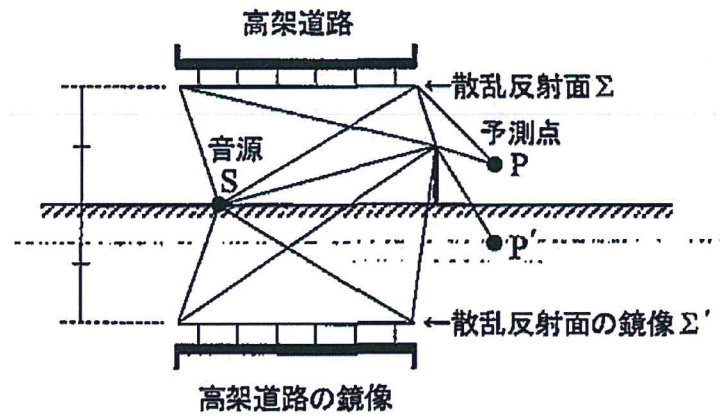
$$L_{A,i} = L_{WA} - 13 + 10 \log_{10} \int_{\Sigma} \frac{\cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2 \cdot D_{\sigma}}{r_1^2 \cdot r_2^2} d_{\sigma} + \Delta L_{abs} \quad i=1 \sim 3 \quad (3)$$

$$D_{\sigma} = 10^{\Delta L_{dif, sb, \sigma} / 10} \quad (4)$$

此處， $L_{dif, sb, \sigma}$ 為遮音壁的回折補正量(dB)，其需考量因子 $\Delta \sigma$ 為散亂反射面的中心點音源。再者，反射角 θ_2 為因素 $\Delta \sigma$ 的法線向量n與傳輸路徑形成的角度，以圖七表示來考量。 \int_{Σ} 為 Σ 上的面積分。

平面道路的道路旁沒有遮音壁的時候，裏面地面反射音為S Σ P'的路徑。實際計算則為忽略公式1的第4項，公式3上第3項的 $L_{A,2}$ 則由 $D_{\sigma}=1$ 來計算。再者，音源表示汽車動線為匯集在一起的情況。

另外，公式3計算散亂反射面的 Σ 與分割的因素相關，根據大的因素會產生誤差。要檢視分割因素的影響，通常切1邊2m以下的四角形。而對於定性的預測法是以幾何學音線法。檢視高架裏面反射音到達的範圍，確認此方法的有效性。



圖七、散亂反射法的音波傳輸路徑

參考資料：日本音響學會誌，平成26年4月1日發行，70卷4號，一般社團法人日本音響學會。

肆、心得及建議

(一)心得

近年來，我國之道路交通系統及大眾運輸系統皆日益完備，包含道路交通系統的國道、省道、市道、縣道、區道及鄉道等，與鐵道運輸系統的高鐵、台鐵、捷運及輕軌等皆陸續通車及完工。然而，便利的交通運輸系統伴隨而來的噪音案件日益增加且日益複雜。日本鐵路及捷運系統相當完備，且無論研究機構、財團法人或相關私人企業皆持續著手於噪音防制、量測及計算等之研究，以及致力於降低交通運輸工具噪音之研究及發展，因此，除參訪小林理學研究所及日本噪音量測儀器公司等有關日本噪音量測研究發展之機構外，並考察名古屋之高架道路系統及成田機場之噪音監測站，及參訪JR財團法人鐵道總合技術研究所，以日本道路交通系統與軌道運輸系統運行現況與其噪音之測定與防制技術，與相關單位交換我國與日本的噪音管制及量測經驗，受益良多，可作為我國相關噪音管制與量測之參考依據。

(二)建議事項

1. 本次藉由參訪JR鐵道總合技術研究所、小林理學研究所及成田機場之噪音監測站等企業、財團法人及學術研究單位，實際了解日本道路及鐵道運輸系統運行現況及對道路及鐵道噪音之測定及防制技術，對我國未來以相關法規規範道路及鐵道系統或複合性噪音之量測提供資訊。
2. 實地查訪日本名古屋之市內之高架道路及高架鐵路，針對高架道路及鐵路運輸系統噪音，探討目前以隔音牆吸音材、道路多孔面處理、設置消音箱、使用減振設備等作為防音及減音方式，及住宅方面採用加裝隔音門窗的方式，以減少高架道路及鐵道運輸系統之噪音對對居民的影響，而針對不同道路或鐵道之複合性噪音量測的分離部分仍需更多的發展研究及驗證計算來加以確認，另建議對於預期將有民眾抗爭之相關運輸系統之噪音，可加強噪音監測，以儘早擬妥

因應對策。

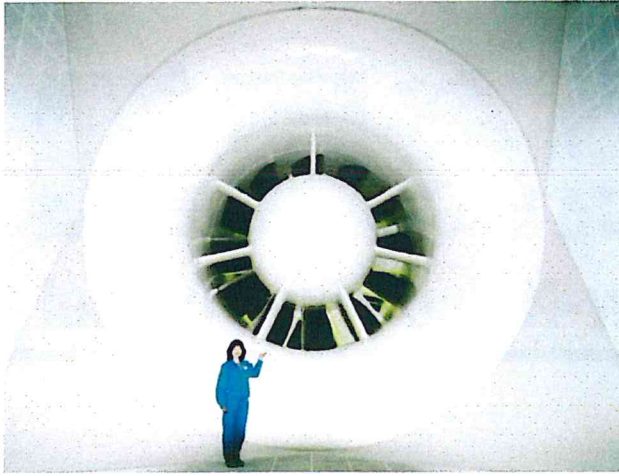
3. 有鑑於日本音響學會隨著時代變遷而產生的噪音問題，蒐集彙整各界之研究成果報告，並以主題方式探討噪音相關問題及解決方案，建議可訂閱參與噪音相關量測、管制與防制技術等之期刊或資訊，以更加了解世界各國噪音問題、管制及量測等發展資訊，作為我國擬訂噪音管制策略之參考或借鏡，以達到維護民眾居家環境之安寧。

大型低騒音風洞

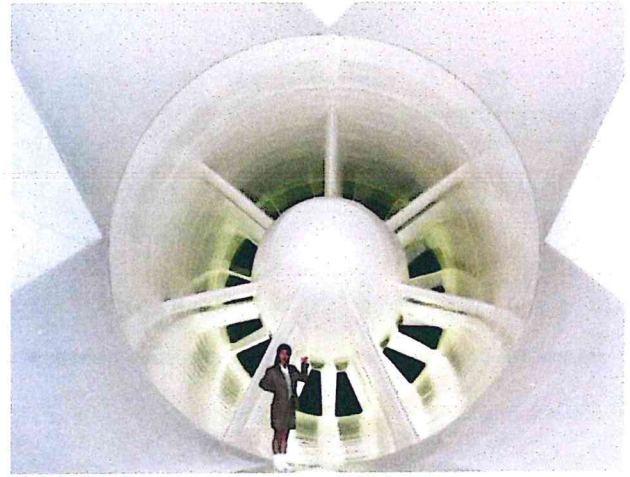
RTRI's Large-Scale Low-Noise Wind Tunnel



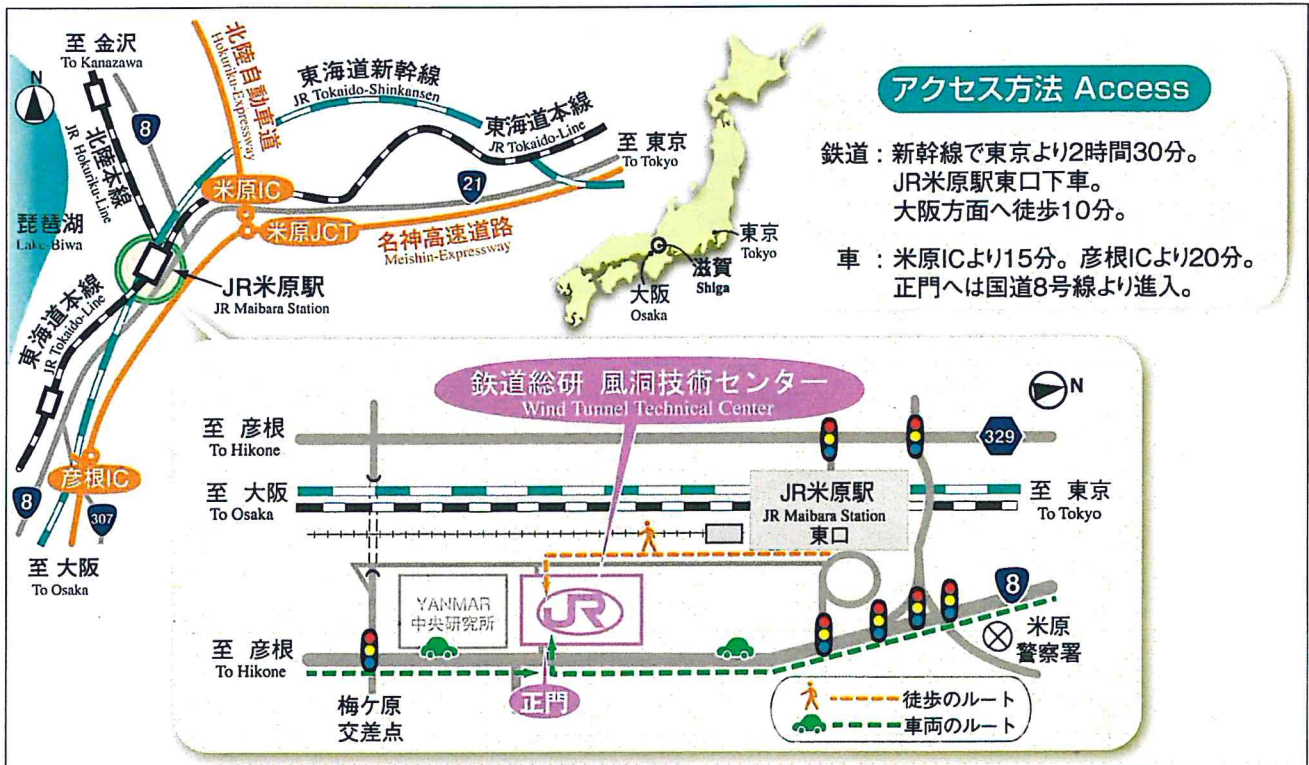
公益財団法人 鉄道総合技術研究所
Railway Technical Research Institute



送風機(上流側)
Fan (Upstream)



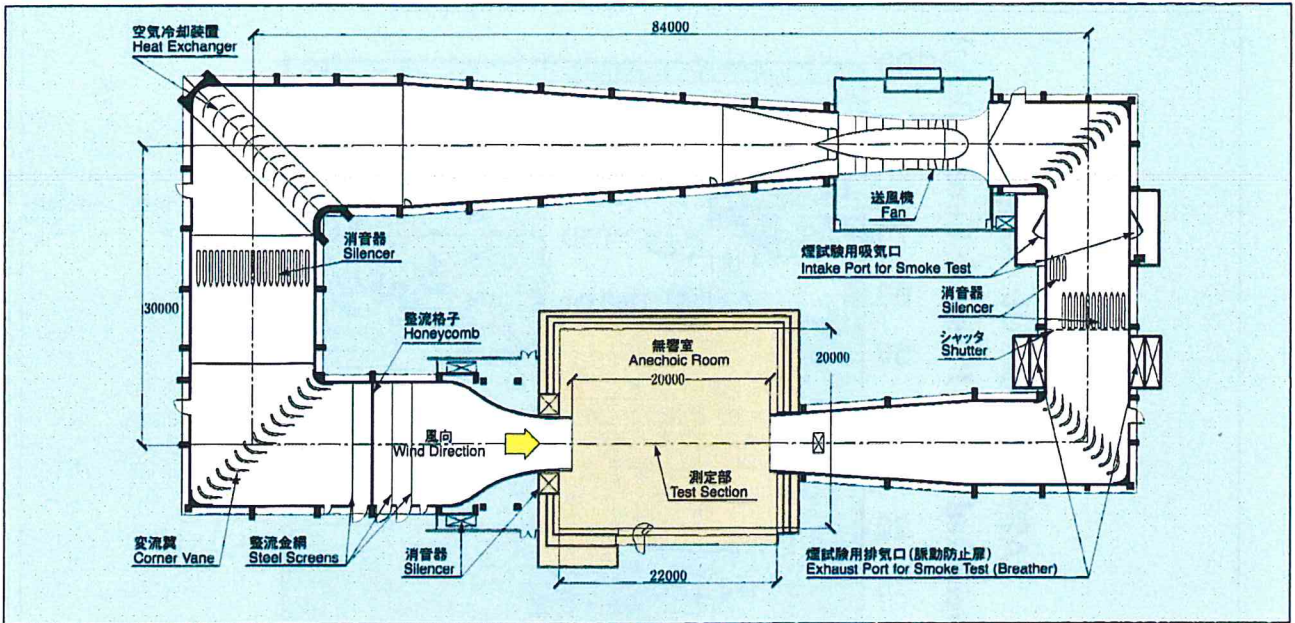
送風機(下流側)
Fan (Downstream)



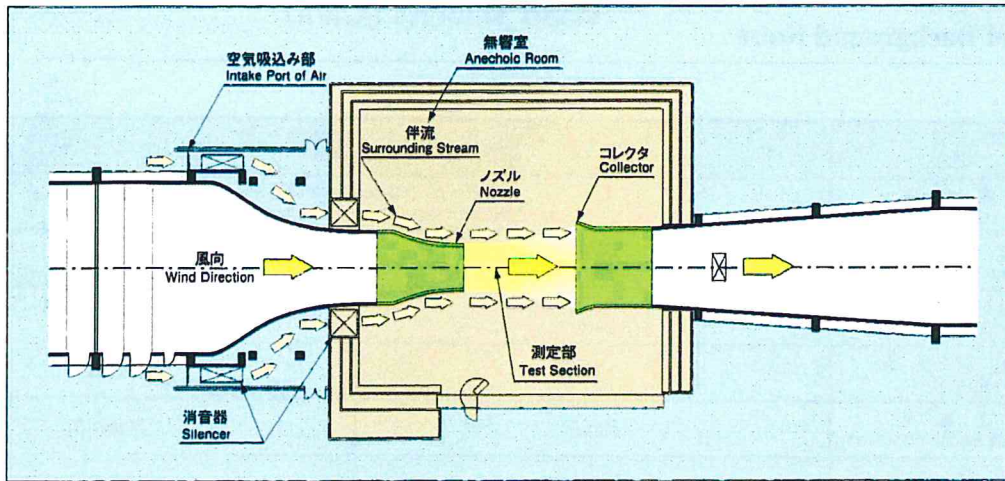
公益財団法人 鉄道総合技術研究所 Railway Technical Research Institute

風洞技術センター(米原) Wind Tunnel Technical Center (Maibara)	
Address	〒521-0013 滋賀県米原市梅ヶ原 Maibara-shi, Shiga-prefecture 521-0013 Japan
NTT	TEL: 0749-52-2300 FAX: 0749-52-2302
JR	TEL: 078-7151 FAX: 078-7152
Int.	TEL: +81-749-52-2300 FAX: +81-749-52-2302
Web Page	http://www.rtri.or.jp/rd/maibara-wt/INDEX.HTML

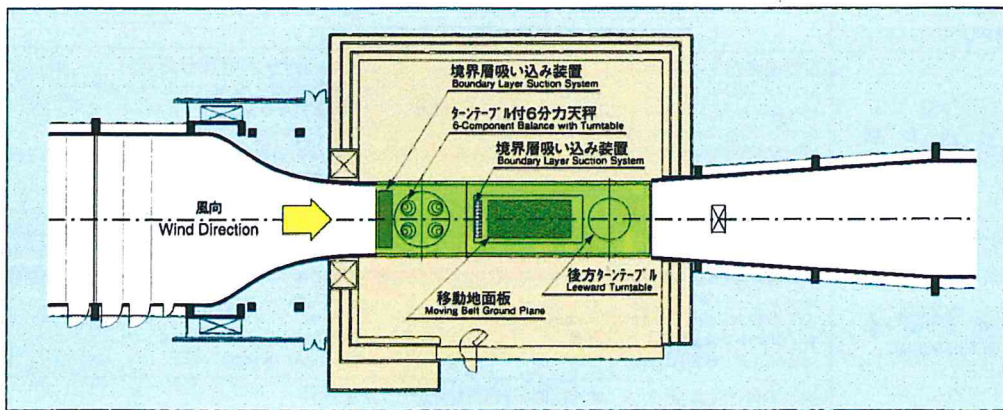
風洞技術センター(国立分室) Wind Tunnel Technical Center (Branch Office in Tokyo)	
Address	〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 Hikari-cho, Kokubunji-shi, Tokyo 185-8540 Japan
NTT	TEL: 042-573-7238 FAX: 042-573-7416
JR	TEL: 053-7238 FAX: 053-7416
Int.	TEL: +81-42-573-7238 FAX: +81-42-573-7416
Web Page	—



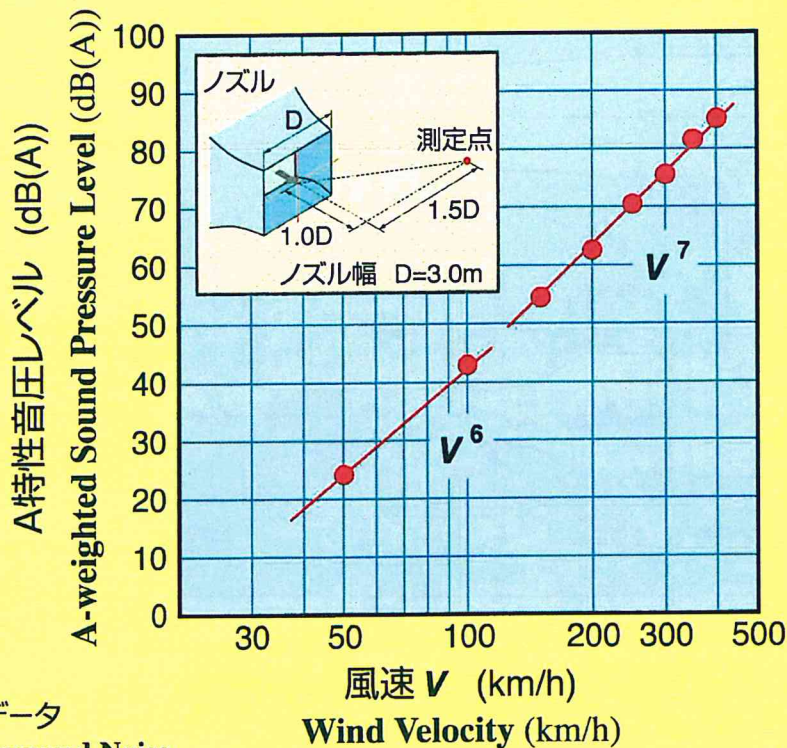
平面図
Wind Tunnel Circuit



開放型 (空力騒音計測)
Open Test Section
(Measurement of Aerodynamic Noise)



密閉型 (空力特性計測)
Closed Test Section
(Measurement of Aerodynamic Drag)



項目 ITEM	形式および性能 SPECIFICATIONS	
風洞形式 TUNNEL	ゲッチンゲン型水平単帰還方式 GÖTTINGEN TYPE SINGLE RETURN WIND TUNNEL	
測定部形式 TEST SECTIONS	開放型 OPEN TYPE	密閉型 CLOSED TYPE
測定部寸法 WIDTH & HEIGHT	幅3.0m×高さ2.5m 3.0mW×2.5mH	幅5.0m×高さ3.0m 5.0mW×3.0mH
測定部長さ LENGTH	8m	20m
最高風速 MAXIMUM WIND VELOCITY	400km/h	300km/h
縮流比 CONTRACTION RATIO	16 : 1	8 : 1
風速分布 UNIFORMITY of WIND VELOCITY	±0.7%以下 : 324km/h (90m/s)時 Under ± 0.7% at 324km/h (90m/s)	±0.4%以下 : 288km/h (80m/s)時 Under ± 0.4% at 288km/h (80m/s)
乱れ度 TURBULENCE INTENSITY	0.2%以下 : 360km/h (100m/s)時 Under 0.2% at 360km/h (100m/s)	0.2%以下 : 198km/h (55m/s)時 Under 0.2% at 198km/h (55m/s)
暗騒音レベル BACKGROUND NOISE LEVEL	75dB(A) : 300km/h (83.3m/s)時 75dB(A) at 300km/h (83.3m/s)	-----
主な計測装置 MAIN INSTRUMENTS	音響計測用マイクロホン Sound Level Meter ビームフォーミング式マイクロホンアレイ φ1m, φ4m Beamforming wheel array microphone φ1m, φ4m パラボラ型指向性マイクロホン Parabola Microphone Apparatus 楕円体收音装置 φ1.3m Elliptical acoustic mirror φ1.3m	ターンテーブル付6分力天秤 6-Component Balance with Turntable 吊線式6分力天秤 6-Component Wire Balance 多点圧力計 Pressure Scanning System 模型内蔵型6分力天秤 Built-in Type 6-Component Balance
主な付帯設備 MAIN ACCESSORIES	無響室 (幅20m×長さ22m×高さ13m) Anechoic Room (20mW×22mL×13mH) 無響室トラバーサ XYZ Traversing Gear in Anechoic Room ターンテーブル付模型支持台車 Support Table with Turntable	移動地面板 (幅2.0m×長さ6.0m、~60m/s) Moving Belt Ground Plane (2.0mW×6.0mL, ~60m/s) 境界層吸い込み装置 Boundary Layer Suction System 後方ターンテーブル φ3m Leeward Turntable φ3m
	流れの可視化装置 (煙発生装置、照明装置、観測用ビデオ装置) Flow Visualization System (Smoke Generator, Lighting System, Video Monitoring System)	
全体寸法 OVERALL DIMENSIONS	全長 : 94m、全幅 : 42m、全高 : 10m、風路長 : 228m Length : 94m, Width : 42m, Height : 10m, Total Path Length : 228m	
主送風機 FAN	直径5m、羽枚数 : 動翼 : 12枚、静翼 : 17枚、回転数 : 590rpm (最大)、主電動機 : 7MW、三相誘導電動機 Diameter : 5m, Blades : Moving Blades 12, Stator Blades 17, Rotation : 590rpm (maximum), Traction Motor : 7MW, Three Phase Induction Motor	

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、新幹線をはじめとする高速鉄道の空力騒音・空力学的諸課題の研究開発に対応するために、滋賀県米原市に大型低騒音風洞を建設しました。

本風洞は、鉄道用風洞として世界トップクラスの規模と性能を持ち、以下の2点が最大の特徴です。

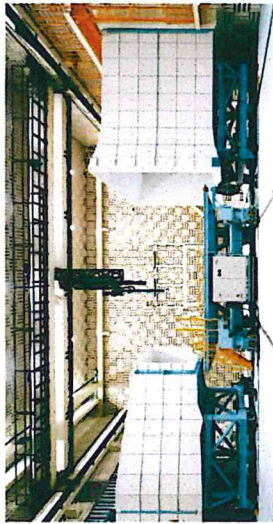
- ・世界に類のない低騒音性能を有し、精度の高い空力騒音の計測が可能です。これにより、高速鉄道の空力騒音低減のための技術開発に対応することができます。
- ・大型で高速の移動地面板を備え、地面近くの実流れを正確に模擬することができます。これにより、列車の空気抵抗の低減、空力特性の改善のための技術開発に対応することができます。

本風洞は、自動車(乗用車)の実車試験が可能で、鉄道のみならず自動車などの汎用的な試験にも柔軟に対応できます。

The RTRI's Large-Scale Low Noise Wind Tunnel in Maibara-shi, in Shiga Prefecture is an unique railway wind tunnel built for the purposes of studying aeroacoustic and aerodynamic phenomena for high-speed trains.

This wind tunnel has two excellent features. One is an extremely low background noise level which makes it possible to measure the aerodynamic noise generated from a model with remarkable accuracy. This must be useful for studies for reducing the aerodynamic noise from high-speed trains. The other is a large and high-speed moving belt ground plane which enables to simulate flow between the model and the ground with considerable reality. This must be helpful for researches for decreasing the aerodynamic drag and improving aerodynamic characteristics of high-speed trains. This wind tunnel can be used for not only railways but also automobiles and others.

開放洞における騒音測定試験



開放洞 View of open test section
開放洞では、トラバーサー等を用いた高精度な騒音測定が可能です。
Aerodynamic noise can be measured with a high degree of accuracy by the use of a Traversing Gear in the open test section.



実物パンタグラフ騒音試験
Aerodynamic test with pantograph



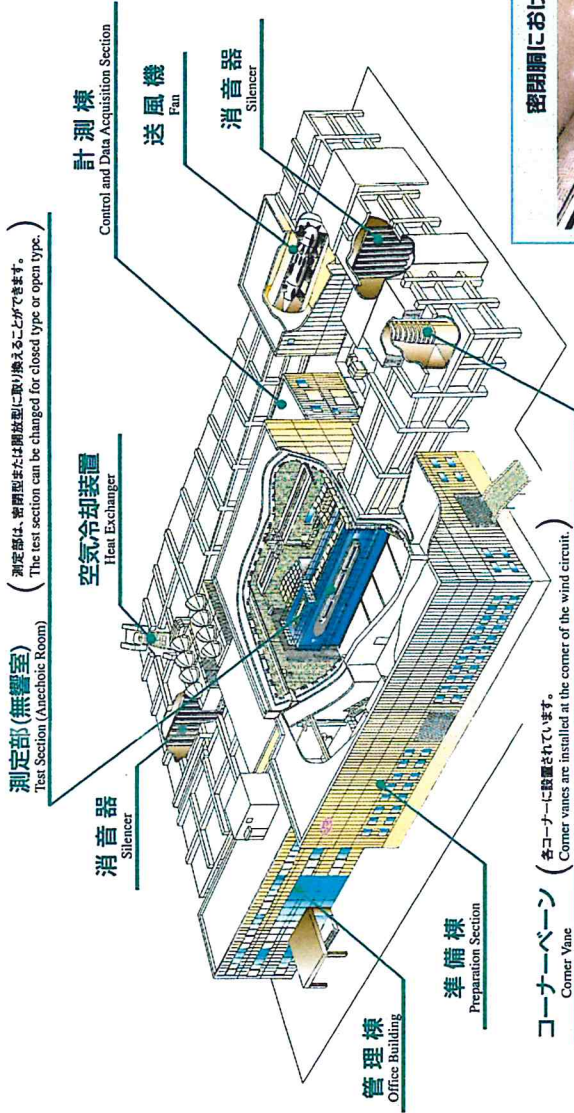
楕円体収音装置 φ1.3m
Elliptical acoustic mirror φ1.3m



ビームフォーミングホイールマイクロホンアレイ(左: φ1.0m, 右: φ4.0m)
Beamforming wheel array microphone (Left: φ1.0m, Right: φ4.0m)



制御制御室
View of control and data acquisition section



測定部(無響室)
Test Section (Anechoic Room)
(測定部は、密閉型または開放型に取り換えることができます。)
(The test section can be changed for closed type or open type.)

消音器
Silencer

空気冷却装置
Heat Exchanger

計測棟
Control and Data Acquisition Section

送風機
Fan

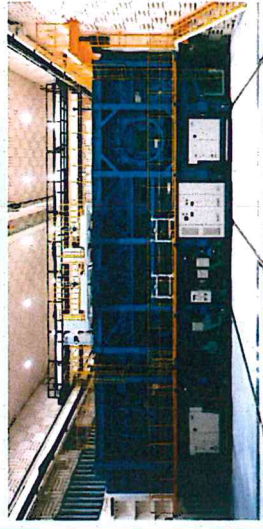
消音器
Silencer

管理棟
Office Building

準備棟
Preparation Section

コーナーベーン
Corner Vane
(各コーナーに設置されています。)
(Corner vanes are installed at the corner of the wind circuit.)

密閉洞における空力測定試験



密閉洞 View of closed test section
密閉試験室には、列車模型や自動車模型に対応できる6分力天秤と移動地面板が備わっています。
The closed test section is equipped with a high-speed moving belt ground plane and 6-component balance available for a train-set and an automobile.

1. 世界に類をみない低騒音性能

Low-noise performance unequaled in the world.
Equipied with a high-speed moving belt ground plane to simulate flow between a model and the ground with considerable reality.
(背景音レベル 75dB(A)-300km/h)
(Background noise level:75dB(A) at 300km/h)

2. 国内の大型低騒音風洞では最高の風速性能

Highest wind velocity performance, for the large-scale low-noise wind tunnel ever built in Japan.
精度が高い突進を模擬するための大型高速移動地面板を装備
Equipied with a high-speed moving belt ground plane to simulate flow between a model and the ground with considerable reality.
(大型(幅2.0m x長さ6.0m)かつ高速(~60m/s))
(Dimensions: 2.0mWx6.0mL and speed ~60m/s)

3. 精度が高い突進を模擬するための大型高速移動地面板を装備

Highest wind velocity performance, for the large-scale low-noise wind tunnel ever built in Japan.
精度が高い突進を模擬するための大型高速移動地面板を装備
Equipied with a high-speed moving belt ground plane to simulate flow between a model and the ground with considerable reality.
(大型(幅2.0m x長さ6.0m)かつ高速(~60m/s))
(Dimensions: 2.0mWx6.0mL and speed ~60m/s)



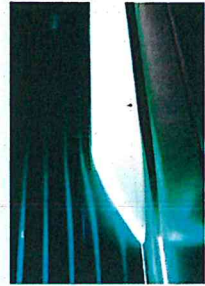
ターンテーブル内6分力天秤上の自動車(実車)
Automobile set on 6-component balance with turntable



移動地面板上に支持された自動車(実車)
Automobile supported above moving belt ground plane



吊懸式6分力天秤で支持された列車模型
Vehicle model supported with 6-component wire balance



煙による流れの可視化
Flow visualization by smoke generator