

รัศกุเพื่อใช้ทำสิ่งกีดขวาง เลียงสำหรับทางคุณพิเศษ



นาย อุดิศักดิ์ นัยนาวากรน์

006306

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๖๔

18176422

MATERIALS USED AS A SOUND BARRIER FOR EXPRESSWAY

Mr. Adisak Naiyanapakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

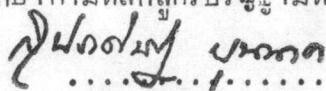
Chulalongkorn University

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วัสดุเพื่อใช้ทำสิ่งกีดขวาง เสียงสำหรับทางค่านพิเศษ
โดย	นายอุดมศักดิ์ นับนาภากรณ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ อุนุกัลป์ อิศร เสนา ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประชาน อารีพล

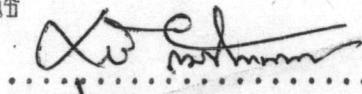
---

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย อนุเมตติให้นิยามนิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

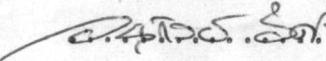
 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

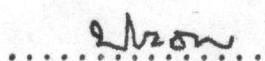
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ..... ประธานกรรมการ

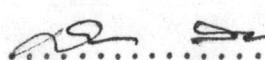
(รองศาสตราจารย์ สุกรี กัมปนาณท์)

 ..... กรรมการ

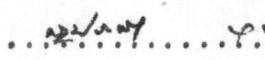
(รองศาสตราจารย์ อุนุกัลป์ อิศร เสนา ณ อยุธยา)

 ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประชาน อารีพล)

 ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คิเรก ลาวัณย์ศิริ)

 ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

ลิขิลิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

วัสดุเพื่อใช้ทำสิ่งกีดขวางเลี้ยงสำหรับทางค่านพิเศษ

ชื่อนิสิต

นายอุดมศักดิ์ นัยนาภากรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ อันุกูลย์ อิศรเสนา ณ อุบลฯ  
บุญราษฎราจารย์ ประชาน อารีพล

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา

๒๕๒๗

บทคัดย่อ



การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาหารวัสดุที่มีคุณสมบัติในการถูกคลื่น และการ  
คุณสมบัติเสียง พลังงานจากการส่งถ่ายเสียงง่ายในการประยุกต์คิดถึง สามารถหาและ  
ผลิตได้ง่ายในประเทศไทยและมีราคาถูก เพื่อจะนำมาใช้เป็นวัสดุ ป้องกันเสียง  
ซึ่งเกิดจากการจราจรของยานพาหนะค่านพิเศษ เพื่อมิให้เสียงไปรบกวนก่อ  
ภัยอย่างมาก ทางค่านพิเศษ

วัสดุที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำมาทำการทดลองมี กระเบื้องแผ่นเรียบ แผ่น  
ลักษณะ ไม้เนื้อแข็ง แผ่นเชลโลโลร์ต ซึ่งมีเนื้อที่หน้าตัดเท่ากัน แม้มีความหนาต่าง ๆ  
กัน การทดลองคุณสมบัติทางค่านเสียง ให้ทำขึ้นในห้องทดลองโดยใช้ เครื่องมือ<sup>1</sup>  
ทาง ๆ เช่น Standing Wave Apparatus, Sine Generator, Power  
Amplifier และ Measuring Amplifier เพื่อหาค่า Absorption Coefficient  
และ Transmission Loss ของวัสดุ ความถี่ที่ใช้เริ่มต้นแต่ ๓๐๘ Hz จนถึง  
๔๐๐๐ Hz ตามค่าແண່ງคูนย์กลางความถี่แบบ One-third ทดสอบของเสียง  
ทดลองที่เกี่ยวข้องของกำแพงกันเสียง และแนวทางในการออกแบบกำแพงกันเสียง  
ไกร รวมอยู่ในการวิจัยนี้ด้วย

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และกฏเกณฑ์ที่เกี่ยวกับคุณสมบัติ ที่  
กล่าวมาข้างต้น ปรากฏว่า กระเบื้องแผ่นเรียบ หนา ๒ มม. และหนา ๖ มม.  
และแบบเซรามิกหนา ๒ มม. เหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้ออกแบบเป็นกำแพงกัน  
เสียง ซึ่งเกิดจากความร้อนที่สูงไว้ในไปรบกวนคอมภาระแวกลอน

Thesis Title      Materials Used As A Sound Barrier For Expressway  
Name                Mr. Adisak Naiyanapakorn  
Thesis Advisor      Associate Professor Anukalya Israsena  
                      Assistance Professor Prathan Areebholt  
Department          Civil Engineering  
Academic Year      1980

#### ABSTRACT

This research study was attempted to select a suitable material with good acoustic absorption and transmission loss, easy to fabricate, locally produced and cheap, to be employed as a material for screening noise which generated by the traffic moving along the expressway from the adjacent populated area along the route.

Asbestos cement sheet, galvanized steel sheet, hard wood, celocrete cement sheet all with same crossectional area but with various thichness were selected. They were then subjected to acoustic properties tests in the laboratory. Standing wave apparatus, sine generator, power amplifier and measuring amplifier were used to determine the absorption coefficients and transmission loss of the specimens. The frequncies employed in the tests ranging from 315 Hertz to 8000 Hertz with  $\frac{1}{3}$  octave interval respectively. Theoretical work dealing with physical properties of sound, literature review of sound barrier and guide line in sound barrier design were also covered.

Backed by the results from the tests together with other criteria previously mentioned revealed that asbestos sheet of 8 m.m., 6 m.m. thickness and celocrete cement sheet  $\frac{1}{2}$  inch thickness proved to be the suitable materials to be employed in the design and construction of noise barrier screening to reduce the instrution of traffic noise upon the environment.



กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอขอบคุณการทำงานพิเศษแห่งประเทศไทย ที่ได้รุ่น  
ให้ทุนดุคหనุนในการวิจัย และอีกทั้งขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ –  
บุณนาค รองศาสตราจารย์ สุกี้ กันปานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ดาวดีพริ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภาณ อารีพล ผู้ชึ่งในแนวความคิดและขอเสนอแนะ และยัง  
ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงคือ รองศาสตราจารย์ อนุกัญญา อิศรา เสนนาฯ ซึ่งให้ทั้งกำลังใจ  
ข้อคิด ข้อเสนอแนะทาง ๆ อันจะทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณ  
คุณพิริ เจริญครั้นทร์ ซึ่งได้ให้คำชี้แนะทาง ๆ นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
คือ อาจารย์ ชนะ นิวัฒน์ ผู้ชึ่งให้ปรับปรุง ดัดแปลงเครื่องมือทาง ๆ อันทำให้การ  
ทดลองดำเนินไปได้ด้วยดี และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ๑

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ๒

กิจกรรมประจำศัตร ..... ๓

สารบัญ ..... ๔

รายการอักษรย่อ ..... ๕

รายการตารางประกอบ ..... ๖

รายการรูปภาพประกอบ ..... ๗

บทที่

๑ บทนำ ..... ๑

ความเป็นมาของปัญหา ..... ๑

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... ๒

ขอบข่ายของการวิจัย ..... ๒

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ..... ๓

แนวความคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัย ..... ๓

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้ ..... ๔

๒ การศึกษาผลงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ยื่นทำไว้ ..... ๕

โครงการก่อสร้างทางพิเศษสำหรับกรุงเทพมหานคร ..... ๕



บทที่

พิสิเกษของเสียง .....	๑๙
การส่งผ่านทดสอบชั้นตัวกลาง .....	๒๒
การป้องกันเสียง .....	๓๔
การคุกคีนเสียง .....	๔๖
การเก็บเสียง .....	๕๙
การส่งผ่านเสียง .....	๕๗
การประเมินผลทางค้านเสียง เมื่อมีการจัดตั้งสิ่งกีดขวางเสียงข้างบน .....	๖๘
รายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของสิ่งกีดขวางเสียง .....	๗๕
อิทธิพลของลมท่อประสีห์ภาพของสิ่งกีดขวางเสียง .....	๘๕
ปีวนนและเสียงที่เกิดจากการจราจร .....	๙๐๕
การเพิ่มประสีห์ภาพในการกีดขวางเสียงของกำแพงกันเสียง .....	๙๗๓
๓ วัสดุก่อสร้าง .....	๙๙๕
การเลือกวัสดุที่จะใช้ในการทดลอง .....	๙๙๘
ชนิดของวัสดุที่จะใช้ในการทดลอง .....	๙๙๙
ไม้ .....	๙๙๙
แผ่นลังกาลี .....	๙๙๕
กระเบื้องแผ่นเรียบ .....	๙๙๕
แผ่นเซลโลฟาร์ม .....	๙๙๙

๔ วิธีคำนวณการทดลอง .....	๑๒๗
การทดลองตอนที่ ๑ คุณสมบัติในการถูกรักษาเสียง .....	๑๒๗
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	๑๒๘
การคำนวณหาค่าล้มประสิทธิ์การถูกรักษาเสียงของแผ่นตัวอย่าง...	๑๓๐
การทดลองตอนที่ ๒ คุณสมบัติในการกีดขวางเสียง.....	๑๓๔
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	๑๓๔
การคำนวณหาค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุ .....	๑๓๖
๕ การประมาณและเปรียบเทียบราคากำแพงกันเสียง.....	๑๔๒
การออกแบบกำแพงกันเสียง .....	๑๔๒
ราคาวัสดุ .....	๑๔๕
ราคานังกันเสียง เมื่อใช้แผ่นสังกะสี.....	๑๔๕
ราคานังกันเสียง เมื่อใช้กระเบื้องแผ่นเรียบ.....	๑๔๕
ราคานังกันเสียง เมื่อใช้แผ่นไม้ .....	๑๔๕
ราคานังกันเสียง เมื่อใช้แผ่นเซลโลฟาร์ต .....	๑๕๐
สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ.....	๑๕๑
เอกสารอ้างอิง.....	๑๕๔
ภาคผนวก .....	๑๕๖
วัสดุอุปกรณ์.....	๑๕๗
เสียงกับการตอบสนองของคนและผลเสียที่ได้รับ.....	๑๕๙

มี

หนา

เครื่องป้องกันเสียง .....	๑๖๐
มาตรฐานของเสียง .....	๑๖๑
ความสัมพันธ์ของระดับเสียงรบกวนกับระบบทางที่หูของคน	
ปกติสามารถรับฟัง .....	๑๖๓
ความดังของเสียงสำหรับสถานที่ทาง ๆ ที่ควรจะเป็น .....	๑๖๔
ผลเสียเกี่ยวกับการเรียนการสอน .....	๑๖๕
ผลการวัดระดับเสียงดังตามโรงเรียนทาง ๆ .....	๑๖๕
ประวัติ .....	๑๗๕

รายการอักษรย่อ



อักษรย่อ	ความหมาย
a	สัมประสิทธิ์การคุ้มครอง
A	หน่วยของ การคุ้มครอง
c	ความแข็งแรงที่ขาดของการได้สัดส่วนในการบีบขยายเลี้ยบ
C	แรงประดับในการบีบขยายเลี้ยบ
·c	องศา เชล เชิปส
cps	รอบต่อวินาที
C'	ความแข็งแรงที่ขาดของการได้สัดส่วนในการบีบตึง ฉากเลี้ยบ
d	ความหนาแน่น
dB, dB(A)	เดซิเบล, เดซิเบล (เอ)
D	ระยะทางจากกำแพงกันเสียงถึงผู้รับฟัง
E	ค่าสัมประสิทธิ์ของการปิดบูรณาการ
Ener.	พลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้ไม่หัก
f	ความถี่
·F	องศาไฟเรนไซต์
H	ความสูงสัมพัทธิ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียง ผนังกันเสียงและผู้รับฟัง
I	ความเข้ม
I.	ความเข้มอ้างอิง
IL	ระดับความเข้ม
Kg/m <sup>2</sup>	กิโลกรัมต่อตาราง เมตร
L <sub>10,L<sub>q0</sub></sub>	เป็นค่าเฉลี่ยทางเลขคณิตของระดับเสียงที่วัดໄกในแต่ละชั่วโมง ซึ่งค่าที่วัดໄกมีระดับเสียงอยู่ ๑๐ % และ ๔๐ % มากกว่า ระดับเสียงนี้ตามลำดับในระหว่างช่วงที่ทำการวัดคือ

อักษร บอ	ความหมาย
log	$\log_{10}$
$lb/f t^2$	ปอนด์ต่อตารางฟุต
m	เมตร
mm	มิลลิเมตร
Mc	ความจุความชื้น
NR	การลดเสียง
NRC	สัมประสิทธิ์การลดเสียง
p	ความดันเสียง
p <sub>o</sub>	ความดันอ้างอิง
P, w	กำลังเสียง
Po	กำลังอ้างอิง
PWL	ระดับกำลังเสียง
r	ความเค้นที่ขอบเขตของการไถล็อกส่วน
R	ระบบหากแหล่งกำเนิดเสียงถึงผังกันเสียง
R'	แรงประดับในการดัก
Sp.Gr	ความถ่วงจำเพาะ
SPL	ระดับความดันเสียง
s	พื้นที่ผิว
sTc	ชั้นหรือระดับในการส่งผ่านเสียง
T	สัมประสิทธิ์ของการส่งผ่าน
TL	ความสูญเสียในการส่งผ่าน
t	องศาอุณหภูมิ
T,R	shear ช่วงที่ ๑๕ และ ๑๖ ตารางที่ ๓.๓ หน้า ๑๗๖ เป็นครา ความแข็งแรงสูงสุดของการเชือกตามแนวเส้นเสี่ยนในแนวเส้น รัศมี (R) และแนวเส้นสัมผัส (T) ความลักษณะ

## อักษรย่อ

## ความหมาย

T,R	Tentation ช่องที่ ๑๖ และ ๑๗ ตารางที่ ๓.๓ หน้า ๑๒ เป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดในการกิงตั้งนากระเบียนตามแนวรัศมี (R) และสัมผัส (T) ตามลำดับ
T,R	Hardress ช่องที่ ๑๘ และ ๑๙ ตารางที่ ๓.๓ หน้า ๑๒ เขียนค่าความแข็งบนแนวรัศมี (R) และสัมผัส (T) ของไม้ตามลำดับ
V,c	ความเร็วของเลียง
八	ความยาวคลื่น
w'	งานที่ทำให้ไม้หักเลี้ยงกำลังโดยลื้นเชิง
กก.	กิโลกรัม
กก./เมตร	กิโลกรัมต่�이ตาราง เมตร
กม.	กิโลเมตร
กม./ชั่วโมง	กิโลเมตรต่อชั่วโมง
ชม.	ชั่วโมง
ซม.	เซนติเมตร
มม.	มิลลิเมตร
ลบ.ฟ.	ลูกบาศก์ฟุต

## รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
๒.๑	แสดงความเร็วของ เสียงในอากาศที่อุณหภูมิคง ฯ .....	๑๓
๒.๒	ความถี่สัมพันธ์กับชนิดของเสียง .....	๒๗
๒.๓	ความหนาแนน ความเร็วของ เสียงและลักษณะความชัดของ สื่อตัวกลางที่พบได้โดยทั่วไป ที่อุณหภูมิ ๒๕° เช่น เชียร์ ความดัน บรรยากาศ .....	๒๔
๒.๔	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถูกกลืนเสียงของวัสดุที่ความถี่คง ฯ.....	๒๕
๒.๕	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถูกกลืนเสียงของวัสดุที่พบได้โดยทั่วไป.....	๒๖
๒.๖	แสดงชนิดของวัสดุชั้นล้วนสำหรับ.....	๒๖
๒.๗	แสดงค่าการกีดขวาง เสียงของวัสดุที่พบบ่อย ฯ ในงานก่อสร้าง อาคาร.....	๒๖
๒.๘	การวัดระดับ เสียงและประสิทธิผลของกำแพงกันเสียงทาง ทิศตะวันออก.....	๓๖
๒.๙	การวัดระดับ เสียง และประสิทธิผลของกำแพงกันเสียงทาง ทิศตะวันตก.....	๓๗
๒.๑๐	การวัดระดับ เสียงโดยใช้ช่วงเวลาสั้น ฯ และประสิทธิผลของ กำแพงกันเสียงทางทิศตะวันออก.....	๓๘
๒.๑๑	ผลทางของ $(L_{10} - L_{90})$ dB(A) ความสกัดการติดตั้งกำแพงกันเสียง ทางทิศตะวันตก.....	๓๘
๒.๑๒	คำแนะนำของสถานที่ ฯ ทำการวัดและช่วงเวลาของการวัด.....	๓๙
๒.๑๓	ค่า $L_{10}$ (๒๕ ชม.) dB(A) ก่อนและหลังการติดตั้งกำแพง กันเสียง .....	๓๙
๒.๑๔	การวัดระดับ เสียงและประสิทธิผลของกำแพงกันเสียง.....	๔๓

## ตารางที่

หน้า

๒.๗๕	ค่าเฉลี่ยของปริมาณการจราจรวันในสัปดาห์ บนถนนสาย M ๘๐ บันทึกที่ Hedgerley ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดในปี	
	ก.๓.๑ ๑๙๗๕ และ ๑๙๗๖ .....	๕๖
๒.๗๖	ข้อมูลของลมระหว่างที่ทำการวัด เสียง ก่อนที่จะติดตั้งกำแพง กันเสียง .....	๕๗
๒.๗๗	ข้อมูลของลมระหว่างที่ทำการวัด เสียง หลังจากการติดตั้งกำแพง กันเสียง .....	๕๘
๒.๗๘	การตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ติดนน .....	๑๐๕
๓.๑	แสงงบัญชีซึ่งไม้ ความหนาแนน อายุการใช้งานและราคา .....	๑๒๒
๓.๒	แสงงบัญชีซึ่งไม้ ความหนาแนน อายุการใช้งานและราคา .....	๑๒๓
๓.๓	แสงงอลสมบัติของไม้ที่ใช้ในการทดลอง .....	๑๒๔
๓.๔	แสงงอนาก ความหนา และราคาของแผ่นลังกระถาง .....	๑๒๕
๓.๕	แสงงอนาก ความหนา นำหน้าและราคาของกระเบื้องแผ่นเรียบ...	๑๒๖
๔.๑	แสงงอกลัม珀รัลท์ของกรุกลีน เสียงของวัสดุที่ความถี่ท่องฯ....	๑๓๒
๔.๒	แสงงอก TL ของวัสดุที่ความถี่ท่องฯ .....	๑๓๓
๔.๓	แสงงอราคาก่อสร้างกำแพงกันเสียงของวัสดุประเภททางฯ ....	๑๔๑

### รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
๒.๑ โครงการก่อสร้างทางพิเศษ ระบบทางคุณ.....	๓
๒.๒ แสงสีประจำชนิดสังคมได้รับ และจำนวนชนิดต่อวันบนทางคุณ.	๑๐
๒.๓ ความเปลี่ยนแปลงของระดับความคัน เสียงกับความคันเสียง.....	๑๖
๒.๔ ความเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้ม เสียงกับความเข้มเสียง.....	๑๘
๒.๕ แสงคุณสมบัติของสองตัวกลาง.....	๒๕
๒.๖ แสงคุณสมบัติของสามตัวกลาง.....	๒๙
๒.๗ กฎมวลสารของกราฟกราฟทบ .....	๓๔
๒.๘ แสดงความแตกต่างระหว่างความคันเสียงกับเวลาของเสียง ชนิดต่าง ๆ .....	๓๕
๒.๙ แสงค่าที่บวกเพิ่มสำหรับระดับความคันเสียงหรือระดับความ เข้มเสียง .....	๓๙
๒.๑๐ ระดับความคันเสียงสำหรับแหล่งกำเนิดเสียงต่าง ๆ (วัดภายนอกอาคาร) .....	๓๙
๒.๑๑ ระดับเสียงวัดเป็น dB (A) ที่สภาพแวดล้อมจากแหล่ง กำเนิดเสียงต่าง ๆ .....	๔๙
๒.๑๒ แบบพื้นฐานและแสงสีประจำพื้นที่ภูมิภาคของวัสดุคุณลักษณะเสียง.....	๕๕
๒.๑๓ กฎมวลสารสำหรับประมาณการกรีดขวาง เสียงของผนังเดียว เนื้อเดียวกัน ภายใต้พื้นฐานของน้ำหนักพื้นผิวเพียงประการเดียว...	๕๙
๒.๑๔ กราฟในทางทฤษฎีแสงกลที่เพิ่มขึ้นของการกรีดขวางเสียง เมื่อ <sup>ใช้</sup> น้ำหนักผนังเดียว โดยยังคงมีน้ำหนักเท่าเดิม.....	๖๐
๒.๑๕ กราฟสำหรับประมาณการล้วนเพิ่มของกรีดขวางเสียง เมื่อ <sup>เปลี่ยน</sup> จากผนังเดียว เป็นผนังคู่ที่ระยะห่างต่าง ๆ ของผนังคู่.....	๖๐
๒.๑๖ กราฟสำหรับคำนวณค่าประสิทธิผลของการกรีดขวางเสียง ของผนังรวม.....	๖๐

## รูปที่

๒.๑๗	การฟื้นฟูรับประมวลค่าที่ลคลงของ เสียงระหว่างแหล่งกำเนิด เสียงและผู้รับฟัง เนื่องจากนั้งสูง M (ระยะทาง ๆ วัดเป็นฟุต) วิธีการนี้ใช้สำหรับภายนอกอาคารหรือภายในอาคารที่มีการควบคุม การใช้วัสดุคุณภาพดี.....	๖๖
๒.๑๘	แสดงถึงสถานที่ทั้งๆ วัดและแนวของกำแพงกันเสียง.....	๗๐
๒.๑๙	วิชาของกำแพงกันเสียง $M_6$ .....	๗๙
๒.๒๐	ภาพแสดงชิ้นส่วนของกำแพงกันเสียง $M_6$ .....	๘๓
๒.๒๑	การลดลงของระดับเสียงตามระยะทางที่ห่างจากผู้สำรวจ ที่คำแนะนำของอาคารและแนวทางค้านที่ศึกษาไว้.....	๘๙
๒.๒๒	แสดงสถานที่ทั้งๆ ที่ทำการวัดเสียงและแนวของกำแพงกันเสียง....	๙๓
๒.๒๓	แสดงภาพถ่ายของกำแพงกันเสียง.....	
๒.๒๔	ทิศทางและการกระจายเสียงของลมระหว่างปี ๑๙๖๐ - ๑๙๗๑ ที่ Heathrow .....	๙๐๒
๒.๒๕	การกระจายทิศทางลมสำหรับปี เสียง (๑๙๖๐ - ๑๙๗๑) ที่ สถานีออกอากาศ Heathrow :.....	๙๐๓
๒.๒๖	ระดับความดังของเสียงบนผืนแผ่นดิน ที่ความถี่ต่าง ๆ กัน....	๙๑๙
๒.๒๗	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Rolling noise กับพื้นที่หน้าตัด ร่องช่อง.....	๙๑๙
๔.๑	แบบจำลอง Standing wave Apparatus .....	๙๒๕
๔.๒	แสดงการใช้เครื่องมือเพื่อหาค่า สปส. การคุณภาพเสียงของวัสดุ..	๙๓๑
๔.๓	แสดงค่า สปส. การคุณภาพเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ .....	๙๓๓
๔.๔	แสดงการใช้เครื่องมือเพื่อหาค่า TL ของวัสดุ.....	๙๓๓
๔.๕	แสดงค่าการกีดขวางเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่าง ๆ .....	๙๓๓
๔.๖	แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ .....	๙๔๐
๖.๑	แสดงส่วนประกอบของผนังกันเสียง .....	๙๔๔