จากรูปจะได้ข้อเท็จจริงที่ว่าการกำหนดตำแหน่งแผงกันเสียงให้อยู่ใกล้จุดกำเนิดเสียงให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ จะให้ผลในการกันเสียงได้ดีที่สุด ถ้าแผงกันเสียงอยู่ใกล้อาคารมาก จะให้ผลดีรองลงมา แต่ถ้าแผงกันเสียงอยู่ที่กึ่งกลางระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับอาคารจะให้ผลที่เลวที่สุด การใช้แผงกันเสียงนั้นไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันเสียงแต่อย่างน้อยก็ช่วยได้บ้างในระดับหนึ่งเท่านั้น

PLANNING

การวางผังอาคารนั้นขึ้นอยู่กับแฟคเตอร์มากมายนอกเหนือไปจากการป้องกันเสียง แต่การป้องกันเสียงก็ควรจะรวมอยู่ในแฟคเตอร์ทั้งหลายนั้นด้วย การจะให้ความสำคัญในการป้องกันเสียงเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่กำลังออกแบบวางผัง ซึ่งอาจจะต้องให้ความสำคัญอย่างมากในกรณีที่อาคารนั้นเป็นห้องเรียนของโรงเรียนที่อยู่ชิดกับทางรถยนต์

เสียงจากภายนอกสามารถควบคุมป้องกันได้ 2 วิธีคือ

1. แยกส่วนที่ไม่ต้องการความเงียบไปไว้ที่ปีกหนึ่งของอาคารที่มีเสียงรบกวนมาก ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่กันเสียงให้กับส่วนอื่น ๆ ไปในตัวถึงแม้จะไม่ให้ผล 100% แต่ก็ได้ผลในระดับหนึ่ง
2. กำหนดส่วนเปิดของอาคาร เช่น ประตูหน้าต่างให้หันออกจากด้านกำเนิดเสียง เนื่องจากผิวภายนอกอาคารนั้นช่องเปิดของอาคารโดยเฉพาะอย่างยิ่งหน้าต่าง จะเป็นตัวที่เสียงผ่านเข้าง่ายที่สุด นอกเหนือจากนั้นรูปร่างของ PLAN ก็ควรจะออกแบบให้มีส่วนป้องกันเสียงจากภายนอกอาคารด้วย ถ้าเป็นไปได้ส่วนประกอบพิเศษ เช่น WING, WALLS และ SCREENS ควรจะนำมาใช้เพื่อช่วยให้การป้องกันเสียงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIRBORNE SOUND ที่แผ่มาจากต้นกำเนิดเสียงสามารถป้องกันได้ผลดีใกล้ ๆ กับต้นกำเนิดเสียงนั้น โดยการห่อหุ้มต้นกำเนิดเสียงนั้นด้วยวัสดุกันเสียง ถ้าเป็นเครื่องจักรก็อาจจะคลุมด้วยกล่องหนักทึบที่มีวัสดุกันเสียง ถ้าเครื่องจักรนั้นไม่สามารถทำเครื่องคลุมได้ก็อาจจะใช้แผงกั้นเสียงได้

REDUCTION

เสียงภายในอาคารประกอบด้วยเสียง 2 ชนิด คือ เสียงตรง DIRECT NOISE และเสียงสะท้อน REVERBERANT NOISE เสียงตรงสามารถลดได้ด้วยการใช้แผงกั้นระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับต้นกำเนิดเสียงมากเท่าใด จะให้ผลในการกั้นเสียงได้มากเท่านั้น ดังได้กล่าวมาแล้ว เสียงสะท้อนสามารถลดได้โดยการใช้วัสดุดูดซึมเสียงที่ผนังโดยเฉพาะผนังด้านที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนมาก คุณภาพการดูดซึมเสียงของวัสดุแต่ละชนิดนั้นแปรผันตามความถี่ของเสียง เราสามารถแบ่งประเภทของการดูดซึมเสียงเป็น 4 ประเภท คือ

1. แผ่นดูดซึมที่โปร่งเบาเป็นรูเหมือนฟองน้ำ (POROUS) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง ๆ
2. แผ่นดูดซึมที่เป็นเยื่อแผ่น (MEMBRANE) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ
3. ตัวดูดกลืนเสียงสะท้อน (RESONANT) สามารถดูดซึมเสียงที่มีช่วงคลื่นแคบ
4. แผ่นดูดซับเสียงที่ปรุเป็นรู เป็นส่วนประกอบของตัวดูดกลืนเสียงสะท้อนในข้อ 3 และแผ่นดูดซึมเสียงในข้อ 1 เหมาะสำหรับเสียงความถี่ปานกลาง สามารถปรับขนาดของรูปร่างและระยะระหว่างแผ่นทั้ง 2 นั้นเพื่อให้เหมาะสมกับความถี่ของเสียง จะเห็นได้ว่าชนิดของแผ่นดูดซึมนี้จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับความถี่ของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้านที่สำคัญที่สุดควรจะใช้แผ่นดูดซึมเสียง เหล่านี้คือ เพดาน เนื่องจากเหตุผล 2 ประการ คือ

1. โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเพดานที่ต่ำและมีขนาดใหญ่ จะเป็นตัวทำให้เกิดเสียงสะท้อนกลับอย่างมาก
2. แผ่นดูดซึมเสียงนี้ส่วนใหญ่จะทำด้วยวัสดุที่ไม่คงทนถาวร ฝ้าเพดานเป็นส่วนของผนังที่สึกหรอช้าที่สุด

ACOUSTICAL DESIGN OF STUDIO

STUDIO เป็นห้องที่มีความจำเป็นอย่างมากในเรื่องของระบบ เพราะเป็นการผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างต้นกำเนิดเสียงและ MICROPHONE ซึ่งจากที่เราทราบกันแล้วว่า หูคนเราจะรับรู้เสียงได้ในระหว่างช่วงความถี่ 125-4,000 Hz ส่วน MICROPHONE มีความไวมากกว่าหูคนเราสามารถรับเสียงในช่วงความถี่กว้างไปมาก คือ ระหว่าง 63-8,000 Hz ดังนั้น ถ้ามีเสียงรบกวนเพียงเล็กน้อยก็อาจเข้าไปในไมโครโฟนได้ ฉะนั้นในการออกแบบ STUDIO จึงจำเป็นต้องพิถีพิถันอย่างมาก

ข้อที่ควรคำนึงในการออกแบบ คือ

- ขนาดและทรวดทรงของ STUDIO จะต้องได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม
- ระบบ ACOUSTIC จะต้องตระเตรียมอย่างดี
- เสียงรบกวน การสั่นสะเทือนต่าง ๆ ต้องถูกขัดทิ้งให้หมดหรือน้อยที่สุด

ขนาดของ STUDIO ถูกกำหนดไว้โดยลักษณะของการใช้งาน จำนวนคนใช้งาน เครื่องมือต่าง ๆ FURNITURE ภายในและระบบ ACOUSTIC ที่นำมาประกอบ

สัดส่วนของ STUDIO นั้นยังไม่สามารถจะกำหนดลงไปตายตัวได้ แต่ก็มีอัตราส่วนหยาบ ๆ ที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาประกอบได้สำหรับ STUDIO ที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDIO TYPE	HEIGHT	WIDTH	LENGTH
SMALL	1	1.25	1.60
MEDIUM	1	1.50	2.50
WITH RELATIVELY LOW CEILING	1	2.50	3.20
WITH UNUSUAL LENGTH RELATIVE TO WIDTH	1	1.25	3.20

ข้อยกเว้นสำหรับสัดส่วนเหล่านี้

1. STUDIO ไม่ใช่สี่เหลี่ยนผืนผ้า
2. ถ้าสามารถทำให้ STUDIO ประสบผลสำเร็จในการป้องกันเสียงได้แล้ว
3. ปริมาตรของห้องเกินกว่า 710 ลบ.ม.
4. ใช้อุปกรณ์วัสดุกันเสียงที่ไม่ได้มาตรฐาน

การป้องกันเสียงระหว่างห้อง

ATTENUATION คือการแยกเสียงออกจากกัน การออกแบบ ACOUSTIC สำหรับห้อง CONTROL และ STUDIO แต่ละห้องจะต้องมีลักษณะคล้าย เป็นเปลือกแยกออกต่างหากจากโครงสร้างหลัก

ขั้นแรก คือทำให้ BACKGROUND NOISE อยู่ในระดับที่ต้องการ ระดับดังกล่าวคิดเป็นหน่วย NOISE CRITERIA LIVEL สำหรับห้องบันทึกเสียงและ STUDIO จะมีมาตรฐานระหว่าง 10-20 MAXIMUM และห้องควบคุม CONTROL ROOM จะมีระหว่าง 25 MAXIMUM

ขั้นต่อไปคือ คำนวณแหล่งเสียงต่าง ๆ ในอาคาร เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการกันเสียงระหว่างห้อง ATTENUATION เป็นหน่วย DECIBEL แสดงกำลังของเสียงซึ่งต้องถูกลดระหว่างห้องโดยผนัง เพดาน พื้น ช่องเปิดต่าง ๆ ฯลฯ การคิดค่าเหล่านี้ต้องใช้ความระมัดระวัง โดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ เช่นระหว่าง STUDIO 2 ห้องที่บันทึกเสียงพูดจากการออกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการวิทยุ ATTENUATION จะมีค่าประมาณ 40 db ซึ่งใช้การก่อสร้างเหมือนสำนักงานส่วนตัวชั้นดี ในกรณีที่เป็นห้องเสียงดนตรีดัง ๆ ค่านี้จะสูงถึง 60 db หรือมากกว่า ซึ่งหมายความว่าการก่อสร้างจะมีลักษณะซับซ้อนและแพงขึ้น

FCOR ISOLATION โดยทั่วไปการใช้แผ่นพื้นธรรมดามีความเหมาะสมเพียงพอแต่อย่างไรก็ตามจะต้องคำนึงถึง ระดับเสียงที่ต้องการภายในห้องด้วย ในกรณีที่มีเสียงดังมากซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เช่นใน STUDIO ดนตรี ควรใช้พื้นแยกจากโครงสร้างหลักด้วยการทำเป็นพื้นลอย ซึ่งในที่นี้เป็นพื้นที่จะต้องรับผนังและเพดานภายในด้วย เลย

ประตูเป็นส่วนสำคัญมากสำหรับ STUDIO SOUND LOCK มีลักษณะเป็นห้องโถงเล็ก ๆ ประกอบด้วยประตู 2 ชั้น ประตูนั้นก่อสร้างเป็นพิเศษเพื่อเก็บเสียงไม่ให้มีช่องรั่วไหล ประตูดังกล่าวใช้ป้องกันการรั่วไหลของเสียงในระยะที่ประตูหนึ่งถูกเปิดออก โดยที่อีกประตูยังคงปิดอยู่ รายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่น่าสนใจในการออกแบบคือ

1. หน้าต่างหรือช่องเปิดทุกแห่งจะต้องผนึกด้วยกระจกอย่างแน่นหนา การออกแบบช่องเปิดขึ้นอยู่กับ ATTENUATION ระหว่างห้อง

2. ในกรณีที่ใช้หลอด FLUORESCENT ต้องเอา BALLAST ไปไว้ที่อื่นเพราะจะมีเสียงดังรบกวน

3. การต่อท่อหรือสายไฟทุกชนิดทะลุผ่านผนังภายใน STUDIO เข้าไปต้องระวังอย่างมาก จะต้องออกแบบเป็นอย่างดีและควบคุมการก่อสร้างอย่างใกล้ชิดไม่ใช้ช่างก่อสร้างทำตามใจชอบ

4. พื้นทางเดินในส่วนที่ทำการบันทึกเสียงหรือออกอากาศควรปูพรมหรือวัสดุกันเสียงเพื่อป้องกันเสียงฝีเท้า

5. FURNITURE ภายใน STUDIO ควรออกแบบเพื่อไม่ให้เกิดเสียงรบกวนได้ เช่น โต๊ะควรบุนวมเพื่อไม่ให้เกิดเสียงสะท้อนจากผู้พูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROOM ACOUSTIC ระบบ ACOUSTIC ภายในห้องจะประกอบด้วยส่วน SOFT (ไม่สะท้อนเสียง) และ HARD (สะท้อนเสียง) ซึ่งได้จัดกันไว้อย่างพอเหมาะก็ขึ้นอยู่ด้วยว่างานที่ทำนั้นเป็นงานชนิดใด การอภิปราย การแสดงดนตรี หรืออื่น ๆ ขนาดของห้องชนิดของไมโครโฟนที่ใช้ในปัจจุบัน การออกแบบ STUDIO และห้อง CONTROL ทางด้าน ACOUSTIC จะเน้นไปในเรื่องของการใช้วัสดุที่ดูดกลืนเสียงให้มาก ๆ โดยมีเสียงสะท้อนน้อยเพราะถ้าเกิดต้องการเสียงสะท้อน (REVERBERATION) ก็ใช้เพิ่มด้วยอุปกรณ์ทางอีเล็คโทรนิคได้ ผนังที่ขนานกันจะทำให้เกิดปัญหาเสียงสะท้อน เราก็แก้ไขได้โดยการใช้ผนังดูดกลืนเสียงมาก ๆ หรือวางไมโครโฟนให้อยู่ใกล้กับด้านเสียง

<u>วัตถุดูดเสียง</u>

วัสดุที่ใช้ก่อสร้างทุกชนิดดูดเสียงหมายถึง เสียงสะท้อนกลับดังน้อยกว่าเสียงเดิม วัสดุดูดเสียงโดยเฉพาะที่ผลิตออกมาพิเศษนี้เริ่มมีมากมายโดยเฉพาะหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 นี้ การใช้วัสดุเหล่านี้ดูดเสียงที่ไม่ต้องการภายในห้องได้ผลดีมาก ซึ่งมีขายมากมายหลายชนิด ดังนั้นสถาปนิกจึงควรเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับงาน โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุเหล่านั้น สามารถสนองประโยชน์เป็นใหญ่

ก่อนเลือกใช้วัสดุดูดเสียง ควรพิจารณาคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

1. ทนไฟ ไม่ติดไฟง่าย
2. สะท้อนแสง
3. ความดูดน้ำและความชื้น
4. ความแข็งแรงและคงทน
5. ทำความสวยงาม สี ผิวหยาบ ละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัสดุที่เป็นรู หรือโปร่งดูดเสียง ดูดเสียงสูง มีความถี่การดูดเสียงของเสียงมาก วัสดุประเภทนี้มีลักษณะเป็นปุย ซึมน้ำได้ เช่น หญ้า ฟาง สักหลาด นุ่นหรือสำลี

2. วัสดุที่ทำขึ้นเป็นแผ่น ๆ ดูดเสียง ดูดเสียงต่ำ เสียงต่ำมีความถี่น้อย เป็นการดูดเสียงโดยการสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงทั้งแผงเลย

$$\text{สัมประสิทธิ์ในการดูดเสียง} = \frac{\text{เสียงที่หายไปเพราะการดูด}}{\text{เสียงเดิม}}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ต้องมีความถี่กำกับด้วย เช่น

128,256,512,1,024,2,049,4,096

3. สำหรับผนังใหญ่ ๆ มีบริษัทซึ่งทำผนังดูดเสียงโดยใช้เครื่องพ่นแก้วที่ปั่นละเอียดไปยังผนัง SPRAY GUN

PREFABRICATION UNIT

ทำสำเร็จเป็นแผ่น สามารถนำเอามาประกอบทีหลัง เช่น พวกกระเบื้อง กระดาษซีโลแทกซ์ และ BOARD สามารถดูดเสียงได้

ACOUSTICAL PLASTER AND SPRAYED-ON MATERIALS

ใช้ผสมกับซีเมนต์โดยการหั่นละเอียด ใช้กับผนังใหญ่ ๆ ไม่เรียบหรือวัสดุจำพวกที่มีความพรุนมาก

วัสดุผสมซีเมนต์ส่วนมากเป็น PLASTIC FIBRE ผสมกับกาวใช้พ่นติดกับผนัง เหมาะกับผิวที่ไม่เรียบและมีเนื้อที่มาก ๆ เช่น SHELL FOOD

ACOUSTIC BLANKETS

มีลักษณะเป็นม้วน ๆ เหมือนพรมหรือผ้าห่ม วัสดุนี้เป็นสารที่ได้จากพื้นดิน ขนสัตว์ มูลฝอย จากเศษไม้ นุ่น สำลี โดยปกติแล้วมีความหนาประมาณ ½ นิ้ว ถึง 4 นิ้ว แต่ถ้าหากหนากว่านี้อาจใช้เฉพาะในกรณีพิเศษ วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดคลื่นเสียงต่ำ คุณสมบัติการดูดเสียงขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ตลอดจนคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นความหนามากสำหรับดูดเสียงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์ของการดูดเสียงของวัสดุก่อสร้าง

วัสดุที่ใช้	สัมประสิทธิ์ของการดูดเสียงตามความถี่		
	128	512	2048
ผนังอิฐทาสี	0.012	0.017	0.023
ผนังอิฐไม่ทาสี	0.24	0.030	0.045
พรมธรรมดา	0.09	0.20	0.27
พรมสักหลาด	0.10	0.37	0.27
ชนิดเบา 10 ออนซ์/ตารางหลา	0.04	0.11	0.30
ชนิดกลาง 14 ออนซ์/ตารางหลา	0.06	0.13	0.40
ชนิดหนัก 18 ออนซ์/ตารางหลา	0.10	0.50	0.82
พื้นคอนกรีต	0.01	1.015	0.02
ไม้	0.05	0.03	0.03
กระเบื้องยางคอร์ดซีเมนต์		0.03-0.08	
กระจก	0.035	0.027	0.02
หินอ่อนหรือกระเบื้องเคลือบ	0.01	0.01	0.015
ปูนฉาบบนกระเบื้องหรืออิฐ	0.13	0.023	0.04
ฝาไม้ขนาด 1/2" - 1" หรือ ไม้อัด 1/16" - 1/8"	0.08	0.06	0.055
เก้าอี้ไม้อัด		0.25	
เก้าอี้บุหนัง	0.6 - 3.0		
ม้านั่งไม้		0.40	
ภายในเวที (ขึ้นอยู่กับการตกแต่ง)	0.20-0.75		
ที่นั่งในโรงมหรสพบุนวมหรือผนัง	0.50-1.00		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับเสียงภายในห้องที่รองรับ

ห้องอัดวิทยุ-โทรทัศน์	25-30	เดซิเบล
ห้องดนตรี	30-35	"
โรงภาพยนตร์	30-35	"
โรงพยาบาล	35-40	"
หอประชุม	35-40	"
โบสถ์, วัด	35-40	"
อพาตร์เมนต์, โรงแรม, บ้าน	35-45	"
ห้องประชุม, สำนักงานขนาดเล็ก	40-45	"
ห้องสมุด	40-45	"
สำนักงานขนาดใหญ่	45-55	"
ภัตตาคาร	50-55	"

จาก ACOUSTICAL DESIGN IN ARCHITECTURE BY VERN O. KNUDSEN & CYRIL M. HARRIS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารใช้เป็น 3 ระบบ คือ

- ระบบไฟฟ้ากำลังขนาด 300 โวลท์ 3 เพส 4 สาย 50 รอบ/วินาที สำหรับใช้กับเครื่องและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศและโรงประกอบฉาก

- ระบบไฟฟ้าขนาด 220 โวลท์ เพสเดี่ยว 50 รอบ/วินาที สำหรับใช้กับไฟฟ้าแสงสว่าง เต้าเสียบ พัดลมดูดอากาศ เครื่องใช้ในสำนักงาน เครื่องส่งโทรทัศน์

- ระบบไฟฟ้าขนาด 220 โวลท์ เพสเดี่ยว 50 รอบ/วินาที 130-200 แอมป์ ใช้กับอุปกรณ์ส่องสว่างในห้องส่ง

การเดินสายไฟภายในและภายนอกอาคารทั้งหมดเดินในระบบท่อร้อยสาย เพื่อความปลอดภัยทนทานและสะดวกต่อการแก้ไข ซ่อมแซม เพิ่มคู่สาย เปลี่ยนสายไฟและเพื่อสะดวกในการติดตั้งสายดินในระบบไฟฟ้าทั้งหมด เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟฟ้าภายในอาคารท่อร้อยสายทุกแห่งที่มีการแยกสายเข้าดวงโคม เต้าเสียบ อุปกรณ์อื่น ๆ จะต้องแยกสายในกล่องแผงสวิชท์จ่ายไฟฟ้าใหญ่ในห้องควบคุมไฟฟ้า แผงสวิชท์จ่ายไฟฟ้าย่อยประจำชั้นและแผงสวิชท์จ่ายไฟย่อย (เบรคเกอร์) โดยระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงและวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

- ไฟฟ้าแรงสูง สายประธานที่เข้าในอาคารเป็นสายขนาด 12 กิโลโวลท์ 3 เพส 50 รอบ/วินาที โดยการร้อยสายเคเบิลในท่อโลหะฝังดินจากสายประธานของการไฟฟ้านครหลวงเข้าไปยังห้องติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าในชั้นล่างสุดของอาคารโดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าชุดหนึ่งสำหรับเครื่องชิลเลอร์ คอนเดนเซอร์ปั๊ม และหอผึ่งน้ำของระบบปรับอากาศอีกชุดหนึ่งสำหรับไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร โดยมีตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าแรงสูงครบชุดและมีตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้ากำลังไปยังอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ ซึ่งแยกต่างหากจากตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่างให้กับอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน เพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าที่จำเป็นภายในอาคาร เช่น ไฟฟ้าแสงสว่างในที่ทำงานทั่วไป ทางเดิน บันไดและในที่สาธารณะที่ใช้เป็นทางเข้า-ออกทั่วไป ตลอดจนไฟฟ้ากำลังในบางส่วนของสำนักงานที่จำเป็น เช่น ลิฟท์ อุปกรณ์ป้องกันและระบบสัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ระบบโทรทัศน์ เครื่องสบองกล ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินที่มีกำลังเพียงพอสำหรับระบบต่าง ๆ ดังกล่าวติดตั้งไว้ภายในห้องเครื่องชั้นล่าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินนี้จะเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟโดยอัตโนมัติทันทีเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงเกิดดับ และจะงดจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินโดยอัตโนมัติเมื่อการไฟฟ้านครหลวงจ่ายกระแสไฟฟ้าตามปกติแล้ว

- ไฟฟ้ากำลังขนาด 380 โวลท์ 3 เฟส แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกสำหรับใช้กับเครื่องปรับอากาศซึ่งได้แก่ ชิลเลอร์ คอนเดนเซอร์ปั๊ม หอผึ่งน้ำ ในระบบปรับอากาศ อีกส่วนหนึ่งใช้กับระบบถ่ายเทอากาศขนาดใหญ่ ลิฟท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

สำหรับเต้าเสียบที่พื้นและที่ผนังที่แปลงกระแสไฟฟ้าเป็น 220 โวลท์แล้วติดตั้งในตำแหน่งที่ใกล้โต๊ะทำงานมากที่สุด เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย

- ไฟฟ้าแสงสว่าง โดยทั่วไปใช้หลอดฟลูออเรสเซ่นต์ฝังในฝ้าเพดานโดยใช้สีเดย์ไลท์และคูลไว้ท์สลับเท่า ๆ กัน เพื่อให้ได้แสงสว่างใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด โดยให้มีความเข้มแสงสว่าง[1] 150 ฟุต-แรงเทียน ในส่วนที่เป็นที่ทำงานของส่วนเก็บเอกสาร บัญชี เครื่องลงบัญชีและ 100 ฟุต-แรงเทียน ห้องประชุม 20 ฟุต-แรงเทียน บริเวณทางเดิน ลิฟท์และบันได นอกจากนั้นจะใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ เสริมเฉพาะพื้นที่พิเศษที่ต้องการเน้นในเรื่องความสวยงามและให้เกิดบรรยากาศเข้ากับวัตถุประสงค์และการใช้สอยตามต้องการ

ในกรณีที่มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องมีไฟป้อนอยู่ตลอดเวลาและต้องมีการควบคุมทั้งแรงดันไฟฟ้าและความถี่ให้คงที่ตลอดเวลาโดยไม่ขาดตอนก็จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า UNINTERRUPIBLE POWER SYSTEM (UPS) แบบที่ทำสำหรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ

---

(1) DEREK PHILLIPS, LIGHTING IN ARCHITECTURAL DESIGN. F. 30, table 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

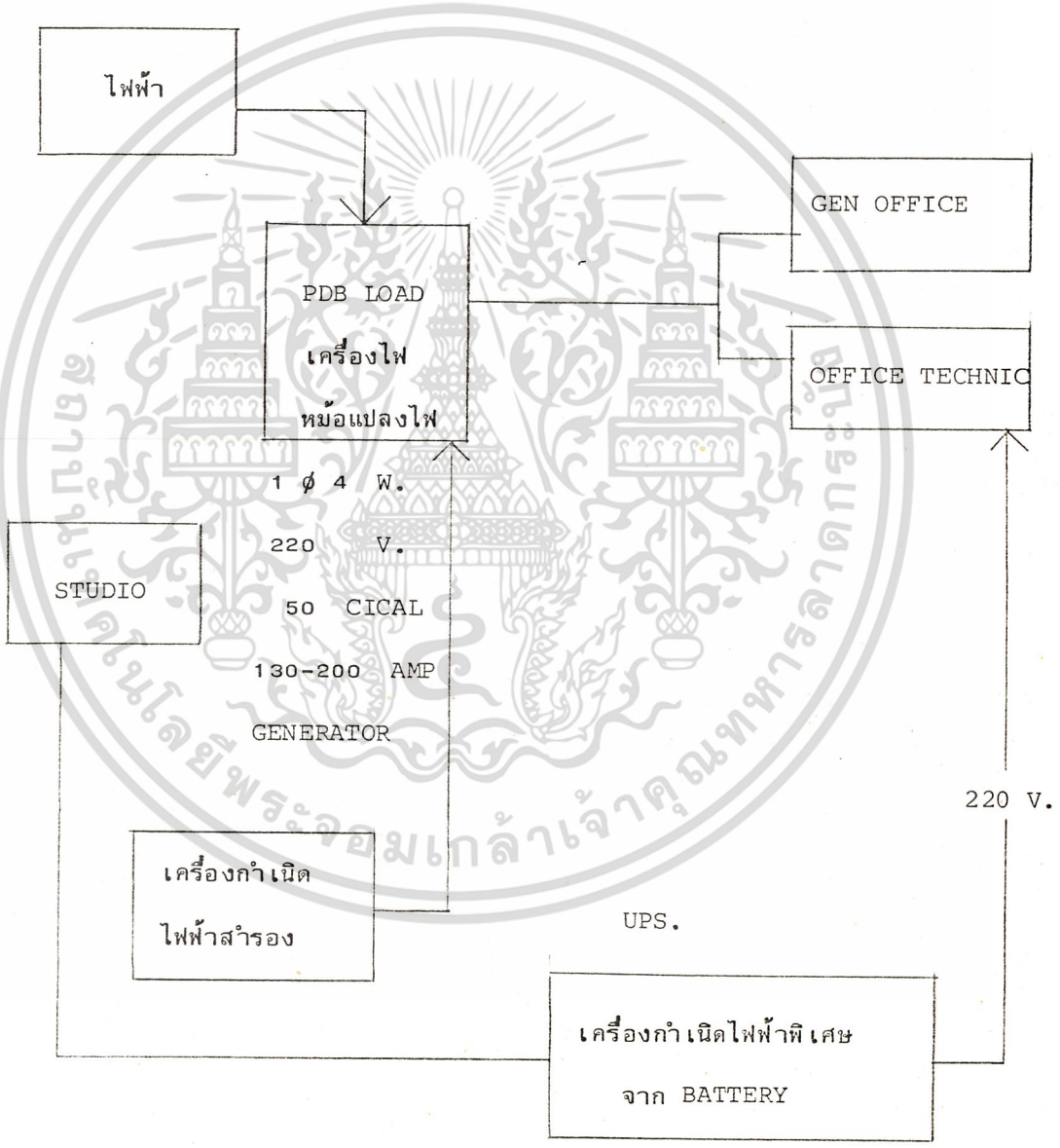
อุปกรณ์นี้ประกอบด้วย เครื่องอัดแบตเตอรี่ เครื่องแปลงกระแสไฟตรงเป็นกระแสไฟ (INVERTER), STATIC BYPASS SWITCH และ MAINTENANCE BYPASS SWITCH อุปกรณ์ดังกล่าวมีใช้กันมากเป็น 3 ระบบ คือ

- STATIC SWITCHING BYPASS SYSTEM
- PAPALLEL REDUNANT SYSTEM
- DUAL REDUNDANT SYSTEM

ระบบแรกมีใช้มากและราคาต่ำกว่าอีกสองระบบ ระบบที่สองเป็นแบบที่ใช้ในกรณีที่ต้องการความแน่นอนมากขึ้น ระบบนี้ใช้ RECTIFIER INVERTER 2 ชุดหรือมากกว่าต้องใช้งานขนานกันซึ่งสามารถขยายเพิ่มได้ ปกติจะต้องกำหนดขนาดให้โหลดสูงสุดน้อยกว่าขนาดรวมของทุกชุดลบด้วยหนึ่งชุด เพื่อในกรณีที่ชุดใดชุดหนึ่งเสียใช้ชุดที่เหลือจะยังสามารถจ่ายกระแสไฟให้ได้เต็มที่ ระบบนี้เหมาะสำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์ที่มีโครงการจะขยายและต้องการระบบไฟฟ้าที่มีความแน่นอนสูง ส่วนระบบที่สามเป็นแบบอุปกรณ์ สองชุดอิสระไม่ทำงานขนานกันแต่มี STATIC BYPASS SWITCH ทำหน้าที่สับเปลี่ยนในกรณีที่ชุดหนึ่งเสียระบบนี้เหมาะสำหรับใช้ในที่ซึ่งห่างไกล ลำบากต่อการส่งช่างไปทำการบำรุงรักษา ในกรณีที่ใช้อุปกรณ์นี้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ควรจะต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย เพื่อใช้ป้อนระบบปรับอากาศและเครื่อง UPS เพราะเครื่อง UPS โดยปกติจะมีแบตเตอรี่พอจ่ายไฟได้ประมาณ 5-15 นาทีเท่านั้น จะมีไฟพอจ่ายได้นานพอจะดำเนินการดับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยปกติเท่านั้น นอกจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะใช้งานได้ไม่เกิน 15 นาที โดยไม่มีเครื่องปรับอากาศเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีกำลังพอจ่าย RECTIFIER ในขณะที่แบตเตอรี่ไฟจวนหมดและต้องสามารถทนการรบกวนจากคลื่น HARMONIC จากเครื่อง UPS โดยไม่ทำให้เครื่องดับเองด้วย นอกจากนั้นจะต้องมีกำลังพอจ่ายระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะเป็นอื่น ๆ ในห้องเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมพื้นที่ส่วนหม้อแปลงและอุปกรณ์ควบคุม 25 ตารางเมตร ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 30 ตารางเมตร ห้องแผงควบคุมระบบไฟฟ้ามักจะอยู่บริเวณเดียวกับแผงควบคุมระบบปรับอากาศ เพื่อความสะดวกในการทำงานและดูแลรักษา



รูปที่ 39 DIAGRAM ของระบบการใช้ไฟฟ้าในโครงการทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ระบบแสงสว่าง

ระบบแสงสว่างภายในสถานีโทรทัศน์ถูกแยกเป็นสองส่วน คือ

1. ระบบแสงสำหรับส่วนทำงานและห้องทั่วไป

2. ระบบแสงสำหรับห้องส่ง

ทั้งสองระบบจะแยกแหล่งจ่ายพลังงานออกจากกัน ทั้งนี้เนื่องจากระบบแสงสว่างสำหรับห้องส่งต้องการพลังงานมากในการส่องสว่าง เนื่องจากหลอดภาพของกล้องโทรทัศน์จะทำงานโดยการรับแสงสะท้อนจากวัตถุหรือผู้แสดงก่อนที่จะเปลี่ยนสัญญาณเป็นสัญญาไฟฟ้า โดยปกติแล้วแสงภายในห้องส่งต้องการกำลังมากซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 50-75 วัตต์/ตารางฟุต หรือ 250 วัตต์/ตารางเมตร

1. ระบบแสงสำหรับส่วนทำงานและห้องทั่วไป

สำหรับส่วนนี้จะต้องพิจารณาจากความต้องการแสงสว่างของห้องแต่ละประเภทว่ามีความต้องการเท่าไร โดยเฉพาะอาคารสถานีโทรทัศน์ห้องควบคุมมีการจัดแสงไฟที่แตกต่างกันออกไปเพื่อไม่ให้เกิดการหักล้างกับแสงจากจอภาพ ทำให้การตรวจสอบสัญญาณภาพไม่สะดวก โดยทั่วไปแล้วมี 2 ประเภท คือ

1. LUMINOUS TYPE เป็นแบบที่ใช้วัสดุบังแสง โดยมีหลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่ภายใน ทำให้แสงสว่างภายในนุ่มนวลสม่ำเสมอ

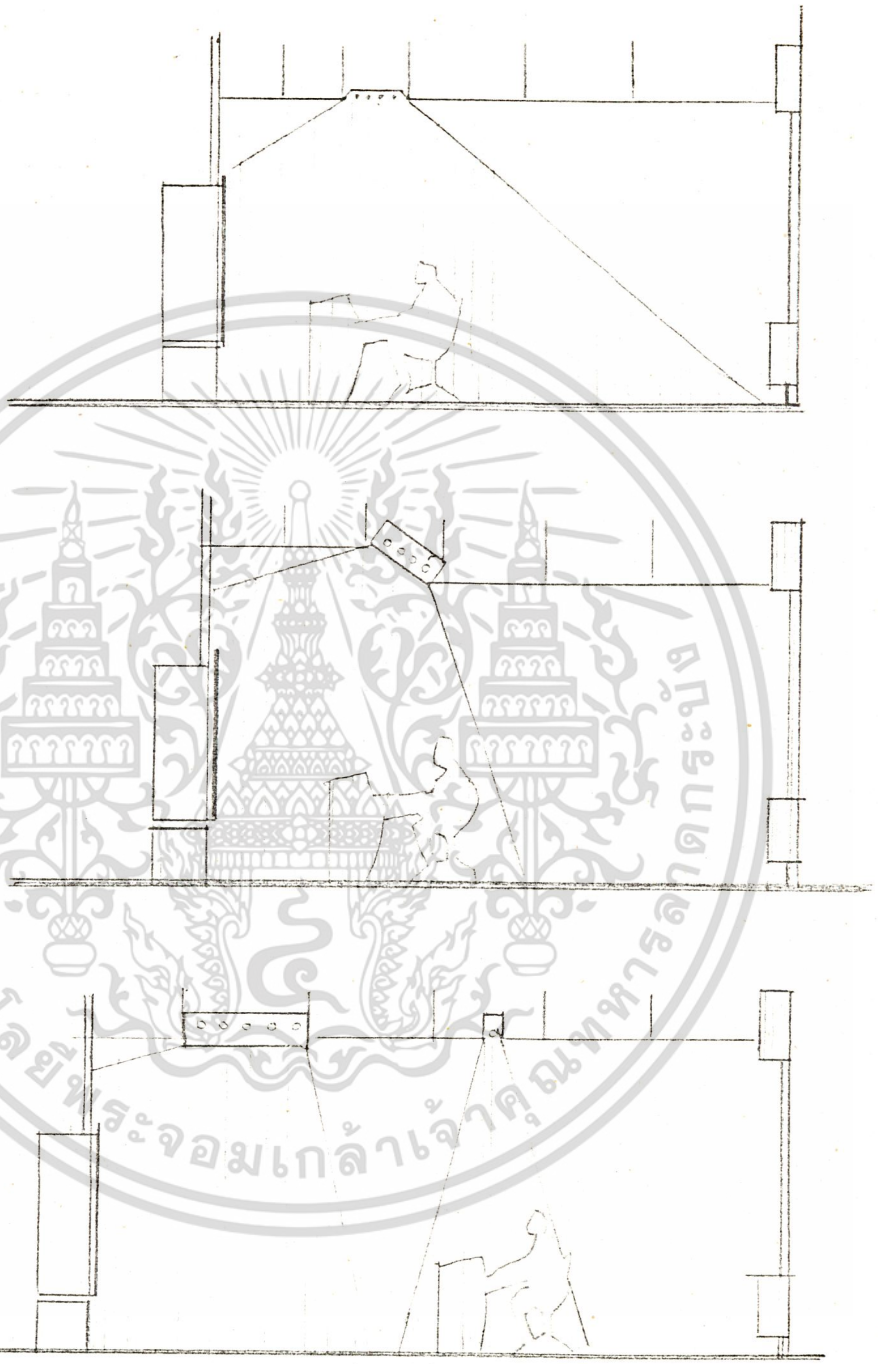
2. FOCAL LAMP เป็นแบบที่ให้แสงสว่างเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งโดยใช้หลอด INCANDESCENT LAMP เป็นตัวให้ความสว่าง ถ้าใช้หลอดเมอคิวรี่ (MERCURY) แสงสว่างจะออกมากเป็นจุดไม่กระจายออก

ทั้งสองประเภทแบ่งตามลักษณะการจัดได้ดังนี้

1. LIGHT BAND WITH DIRECT RADIATION เป็นการจัดโดยใช้การกระจายแสงโดยตรง แบบนี้เป็นการจัดเหมือนส่วนทำงานอื่น ๆ ไม่ได้ให้ผลพิเศษมากนัก

2. LIGHT BAND WITH RADIATION AT AN ANGLE เป็นการจัดให้แสงกระจายออกเป็นมุมเฉียง ครอบคลุมเฉพาะส่วนปฏิบัติการเท่านั้น การจัดแสงแบบนี้อาจเกิดการสะท้อนแสงบนจอภาพทำให้มองไม่ชัด สามารถแก้ไขได้โดยการใช้แผ่นกรองแสง ข้อดีของการจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 ประเภทของการติดตั้งดวงโคมในห้องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบนี้คือทำให้การมองเห็นอุปกรณ์ภายในชัดเจน และได้บรรยากาศการทำงานดีขึ้น

3. COMBINED ILLUMINATION การจัดแบบนี้เป็นการจัดแบบผสม โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงสองชุด ทำให้เกิดการแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ ออกจากกัน เกิดการเป็นสัดส่วนและบรรยากาศการทำงานแตกต่างออกไปอีก

<u>การจัดแสงสำหรับส่วนทำงานโดยทั่วไปมีหลักการดังนี้</u>

A. LUMINOUS TYPE

1. ให้แสงสว่างเท่ากันตลอดไม่เกิดเงา

2. FLUORESCENT LAMP ให้ความสว่างมากกว่า INCANDESCENT LAMP ถึง 3 เท่า ในจำนวนที่เท่ากัน และเป็นการประหยัดเครื่องปรับอากาศเพราะเกิดความร้อนน้อยกว่า

3. การใช้วัสดุบังแสง เช่น กระจกฝ้า ทำให้สะดวกในการรักษาความคงทนและความสะอาดของหลอดไฟ และได้รับแสงนวลตาทำให้ไม่เสียสายตา

4. การฝังดวงโคมภายในฝ้าเพดาน ทำให้เกิดความสวยงามและไม่เกะกะ

B. FOCAL TYPE

เหมาะสำหรับส่วนที่เป็นทางเดิน (CORRIDOR)

C. BRILLAINT TYPE

ส่วนใหญ่ใช้เป็นไฟเสริมเพื่อการตกแต่ง เช่น RECEPTION เป็นต้น

2. <u>ระบบแสงสำหรับห้องส่งโทรทัศน์</u>

ระบบแสงในห้องส่งโดยเฉลี่ยประมาณ 250 วัตต์/ตารางเมตร หรือ 50-75 วัตต์ต่อตารางฟุต (800 LUX) ภาพที่ปรากฏในจอภาพดีหรือไม่ก็ขึ้นกับดวงโคมนี้เอง ดังนั้นระบบแสงในห้องส่งจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก การจัดแสงแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิด 3 ประเภท คือ

1. แหล่งกำเนิดแสงอ่อนหรือนุ่ม SOFT LIGHT SOURCE

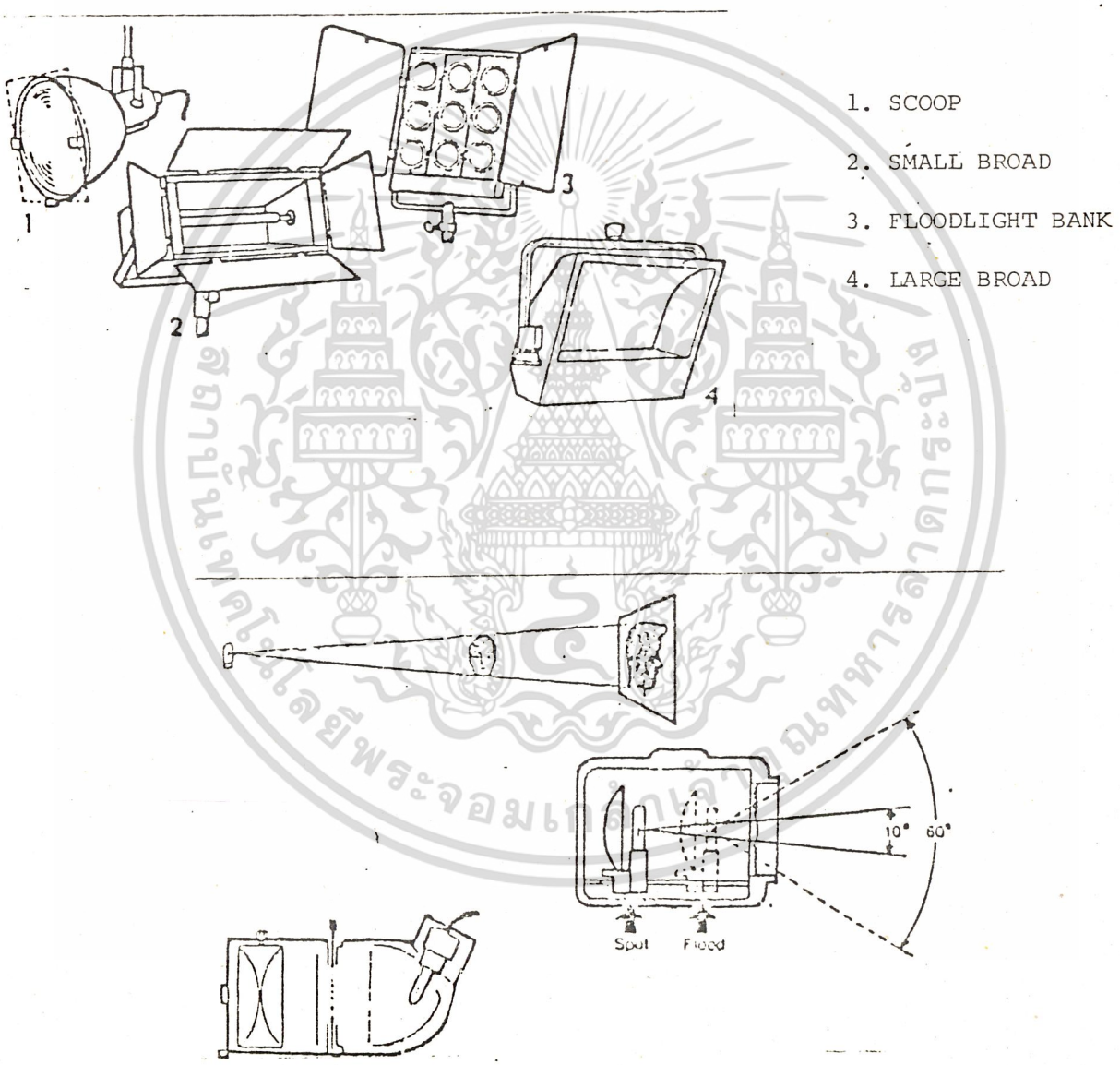
2. แหล่งกำเนิดแสงจ้าหรือแรง HARD LIGHT SOURCE

3. แสงประกอบ PROJECTION LIGHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงประกอบ

ไม่ค่อยพบมากนัก ออกแบบเพื่อผลทางเทคนิคพิเศษ เช่น การสร้างเงาสะท้อนที่เป็นมันแววาวให้กับโลหะหรือกระจก เป็นต้น



รูปที่ 41 แสดงลักษณะ SPOTLIGHT ที่ใช้ในห้องส่งทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอ่อนหรือนุ่ม (SOFT LIGHT SOURCE)

แสงประเภทนี้แผ่กระจายออกในลักษณะพร่ามัวเพื่อให้วัตถุเกิดเงาน้อยที่สุดเหมือนกับแสงจากธรรมชาติ การติดตั้งกระจายตามจุดต่าง ๆ อย่างทั่วถึงเพื่อให้เกิดการหักล้างเงากันเอง จัดเป็นแสงพื้นฐานหรือแสงเสริมให้ภาพสมบูรณ์ขึ้น ประเภทของดวงโคมซึ่งให้แสงแบบนี้ได้แก่ แบบ OPEN REFLECTOR ใช้หลอด FROSTED BULB ซึ่งแบ่งตามการใช้งานอีกคือ

- SCOOPS
- SKY PANS
- DISH REFLECTOR
- BROADS

แหล่งกำเนิดแสงประเภทนี้มักจะแขวนเหนือศีรษะ สามารถปรับและโยกย้ายได้และนิยมใช้ทั้ง 4 ประเภทร่วมกันหมดเพื่อผลของภาพที่ดีที่สุด

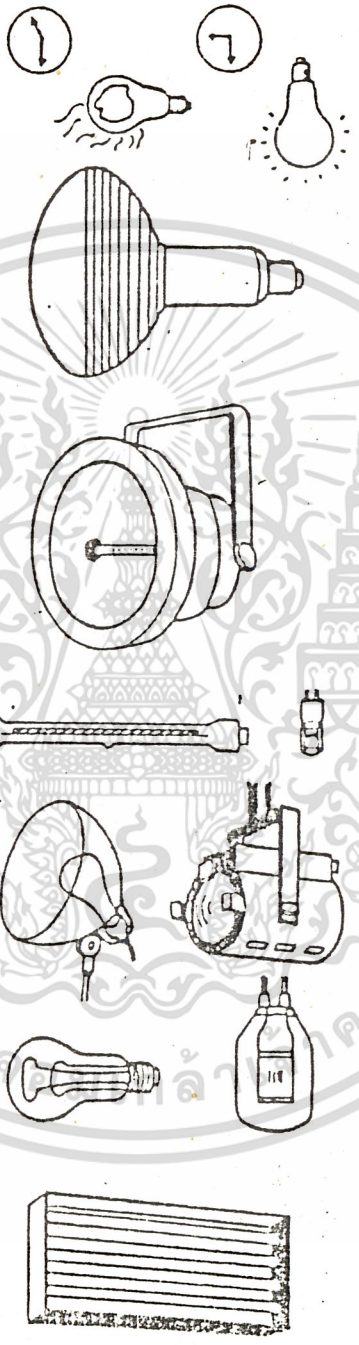
อีกประเภทหนึ่งได้แก่แบบ MULTI LAMP ใช้กับกิจการโทรทัศน์ได้โดยเฉพาะ แสงมีลักษณะแผ่กระจายปานกลาง ขึ้นกับหน้ากากกระจายแสง SPUNGLASS, WIRE MESH และ FROSTED GLASS แสงประเภทนี้นิยมใช้ในการลบเงาที่เกิดจากการสะท้อนแสงในห้อง

แบบ INTERNALLY REFLECTED ได้แก่ แบบที่สะท้อนแสงในตัวเองออกไป

แสงจ้าหรือแรง (HARD LIGHT SOURCE)

แสงประเภทนี้ตรงข้ามกับแสงอ่อน โดยที่แสงชนิดนี้จะก่อให้เกิดเงาที่ตัดกันอย่างรุนแรงเหมือนกับแสงจากดวงอาทิตย์ นิยมใช้ในการทำ EFFECT และก่อให้เกิดความลึกของภาพโดยใช้หลอดเปลือยร่วมกับกระจกสะท้อนแสงแบบเว้าและเลนส์บีบลำแสง ตัวอย่างเช่น FRESNEL SPOTLIGHT ซึ่งนิยมใช้ทั่วไปในกิจการประเภทนี้เนื่องจากสามารถปรับให้เป็น SPOTLIGHT หรือ SOFT LIGHT ได้ ใช้หลอดแบบทังเสตน, ทังเสตน-ฮาโลเจน และบางทีก็เป็นหลอดผสมคาร์บอนหรือซีนอน เพื่อกิจการพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

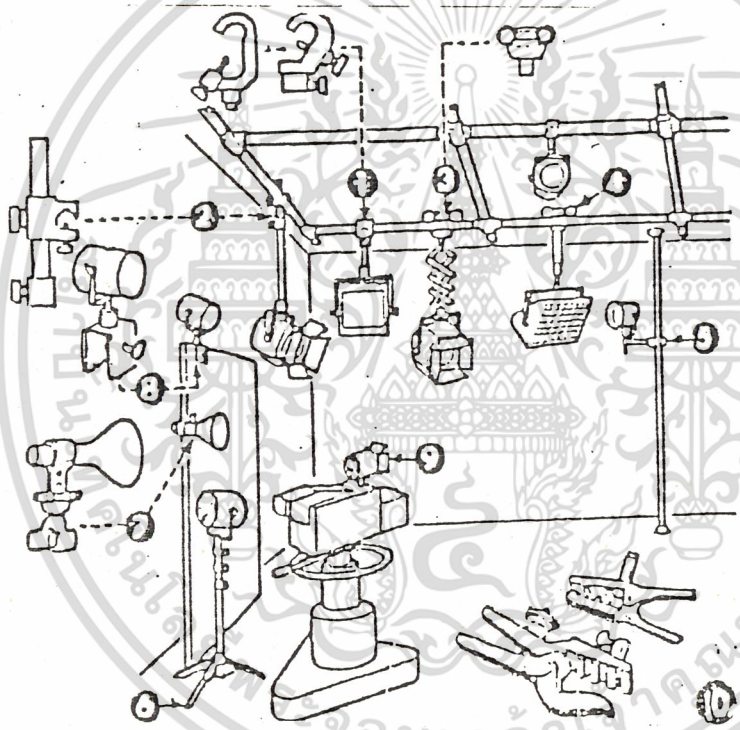


รูปที่ 42 หลอดไฟชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) หลอดไฟพิเศษอื่น ๆ

ในบางโอกาสอุปกรณ์บางอย่างสามารถช่วยในการทำแสงได้ เช่น หลอดไฟแบบแบนคล้ายจาน (LAMP BASE-PLATE) ซึ่งสามารถติดตั้งได้เกือบทุกสถานที่โดยยึดติดกับท่อเหล็กจากพื้นถึงเพดาน



รูปที่ 43 แสดงการยึดจุดรองรับของไฟในห้องส่งชนิดต่าง ๆ

1 - 4 หลอดไฟชนิดแขวน (SLUNG LAMP) ยึดด้วย C-CLAMP, น็อต, สกรู และตัวยึดแบบต่าง ๆ

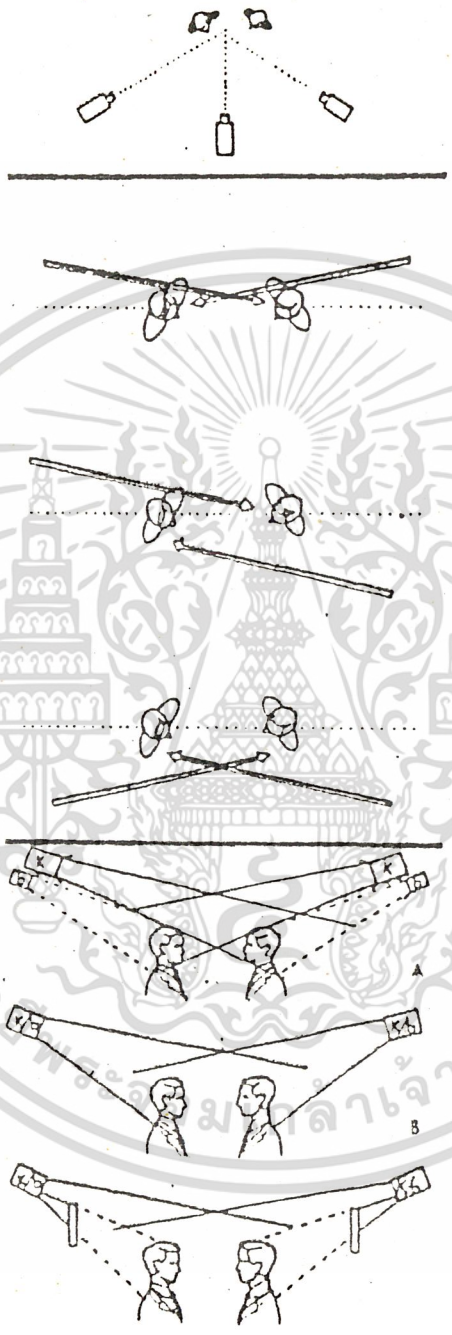
5 - 7 หลอดไฟชนิดขาตั้ง

8 หลอดไฟชนิดมีขาหนีบ

9 หลอดไฟชนิดตั้งหรือวาง

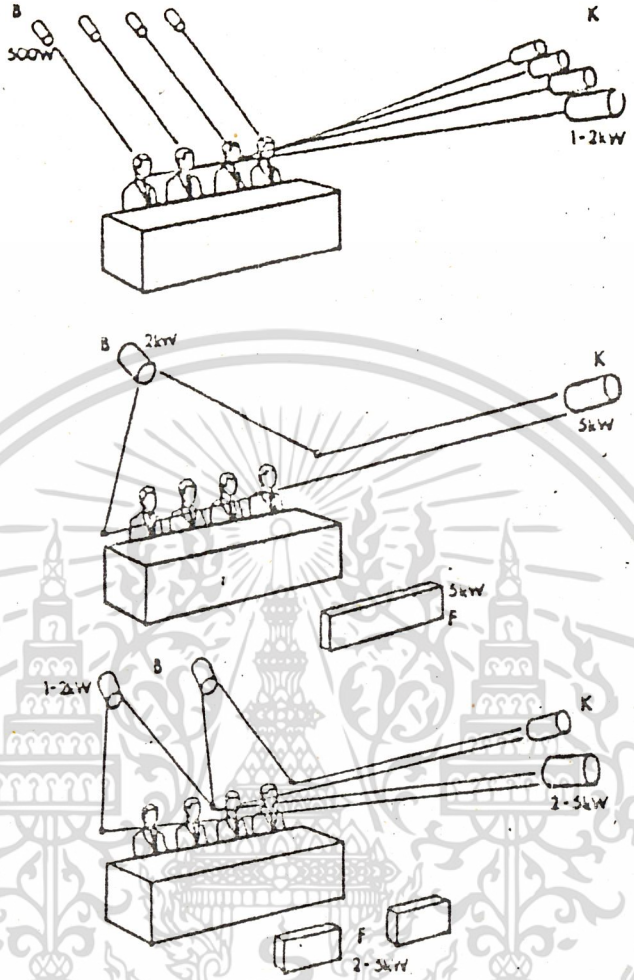
10 เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 44 การให้ไฟสำหรับบุคคลสองคน

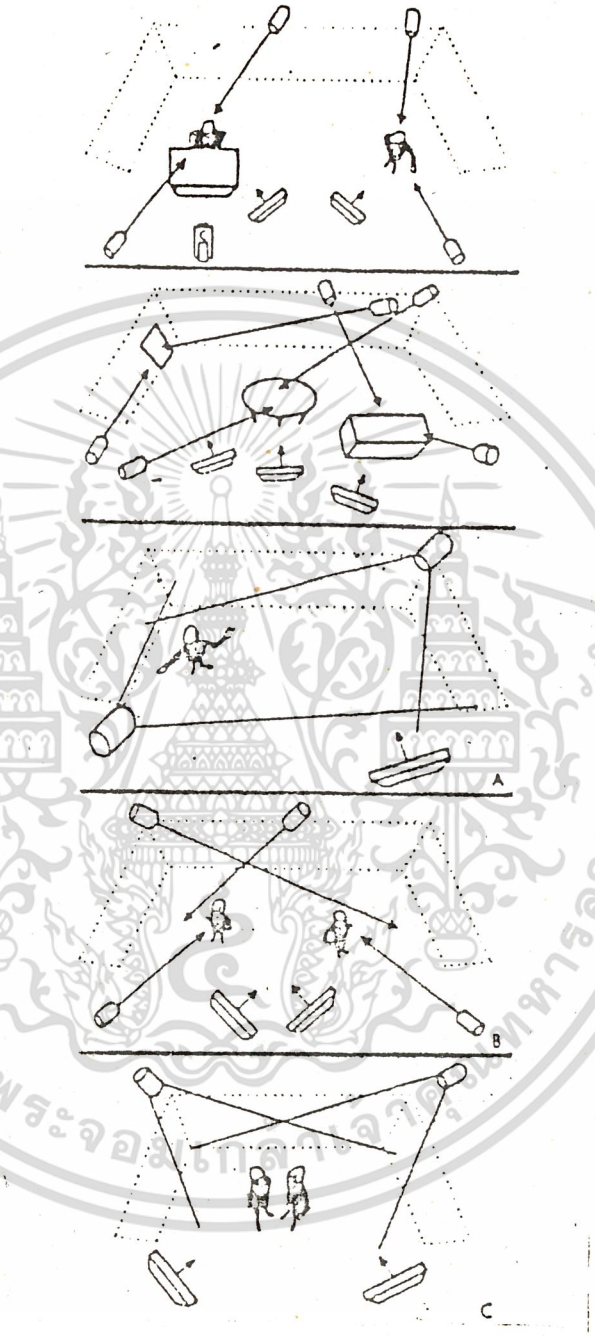
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 45 การให้แสงสว่างเป็นกลุ่ม

ในห้องส่งโทรทัศน์จะมีผู้กำกับฝ่ายแสงสว่าง (LIGHTING DIRECTOR) ซึ่งมีหน้าที่ในการตั้งไฟตามจุดต่าง ๆ วิธีการใช้ไฟชนิดต่าง ๆ นั้นต้องคำนึงถึงชนิดของรายการ บรรยากาศของเนื้อเรื่อง การเคลื่อนไหวของผู้แสดง จุดเด่นที่ต้องการ สีสรรค์และคุณภาพในการสะท้อนแสงของวัตถุต่าง ๆ รายการโทรทัศน์ไม่ว่าจะเป็นฉากเก่าหรือฉากใหม่ก็ตามต้องเปลี่ยนแสงสว่างไปตลอดเวลา ผู้แสดงแม้จะเป็นคนเดิมเมื่อเปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่ ตัดผมใหม่ อยู่ในบรรยากาศที่เปลี่ยนไป มีสีหน้าที่ผิดปกติหรือมีรอยย่นที่ใบหน้าแสดงถึงการคิดคำนึงมาก ๆ หรือกล้องโทรทัศน์กล้องเดิมแต่ทำงานในแต่ละวันไม่เหมือนกัน เราก็ต้องจัดแสงสว่างใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 46 การให้แสงสว่างสำหรับคนเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดแสงที่กล่าวมาแล้วติดตั้งตามจุดต่าง ๆ โดยที่เจ้าหน้าที่กำกับแสงประจำห้องส่งเป็นผู้กำหนดร่วมกับเจ้าหน้าที่กำกับแสงประจำห้องควบคุม การติดตั้งแยกตามหน้าที่ของการใช้งานเป็น 3 แบบ คือ

1. DAY LIGHT จัดโดยรอบฉาก CYCLODRAMA ทำให้เกิดทรวดทรงและความละเอียดของภาพประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงสีแดง น้ำเงิน และเขียว ผสมกันเป็นสีขาว

2. FILLER เป็นไฟเสริมที่ช่วยขจัดเงาที่ไม่ต้องการออก

3. BACK LIGHT เป็นไฟเสริมเช่นกันแต่ส่องจากด้านหลังเพื่อให้เกิดมิติ

<u>การติดตั้งระบบแสง</u>

แบ่งตามลักษณะการติดตั้งเป็น

1. แบบ FIXED PIPE GRID นิยมใช้ในห้องส่งขนาดเล็กที่มีเพดานสูง 12-18 ฟุต (4-6 เมตร) ใช้ท่อแป๊ปขนาด 1½ นิ้ว - 2 นิ้ว ติดตั้งเป็นตะแกรง 4-6 ฟุต (1.2 -1.5 เมตร) ระดับต่ำจากฝ้าเพดานประมาณ 0.6 เมตร อาจจะมี CATWALK ก็ได้ใช้อุปกรณ์ยึดแบบขอหนีบ C-CLAMP

2. แบบ LONG BATTEN เป็นแบบท่อแขวนตามยาวตามห้องส่ง สามารถปรับให้ขึ้นลงได้ทั้งแผงเป็นการสะดวกต่อการเปลี่ยนและติดตั้ง ระดับสูงประมาณ 3 เมตร

3. แบบ BARREL SYSTEMS นิยมใช้ในห้องส่งขนาดใหญ่มาก ๆ ลักษณะเป็นแผงยาว 1.2 - 1.8 เมตร สามารถปรับขึ้นลงได้โดยมอเตอร์ซึ่งบังคับจากแผงควบคุม

4. แบบ PARALLEL CEILING และ CEILING POWER RAILS ซึ่งเป็นการติดตั้งเสริมสำหรับบางจุดร่วมกันทั้ง 3 แบบ ข้างต้น

<u>ชนิดของหลอดไฟและการติดตั้ง</u>

หลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างชนิดที่ให้ประโยชน์สูงสุดคือ หลอดไฟที่สามารถยกหรือวางติดตั้งกับกล้องได้ง่าย เคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก เช่น หลอดไฟของกล้องถ่ายภาพซึ่งอยู่ใกล้เลนซ์มีลักษณะเบา ทำให้มองเห็นชัด ภาพชัดเจนและยังช่วยส่องสว่างให้กับพื้นที่ทั่วไปอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งหลอดไฟในห้องส่งชนิดต่าง ๆ

1) หลอดไฟชนิดแขวน (SLUNG LAMP)

ส่วนมากตาม STUDIO มักจะมีที่แขวนไฟซึ่งเป็นท่อนรางเหล็กที่จะใช้ยึดติดกับฝ้าเพดาน ต่ำลงมาประมาณ 3.5-12 ฟุต หลอดไฟเหล่านี้จะใช้แขวนแนบหรือยึดติดกับขื่อของเพดาน ส่วนจุดกำเนิดไฟตามปกติจะวางอยู่บนเพดานห้องหรือวางอยู่ใกล้จุดใดก็ได้ที่เหมาะสมเวลาใช้งาน

STUDIO หรือห้องส่งขนาดใหญ่มักจะจัดรางเหล็กติดบนเพดานซึ่งรางเหล็กนี้เราสามารถเสียบหลอดไฟเข้าไปได้ ส่วนทางเดินระเบียงเล็ก ๆ (CATWALKS) มักจะอยู่บริเวณรอบ ๆ เหนือห้องส่งเพื่อเจ้าหน้าที่จะได้สามารถเข้าไปดูแลอุปกรณ์ไฟตามตำแหน่งการติดตั้งไฟจุดต่าง ๆ ด้านบนห้องส่งได้

2) หลอดไฟชนิดขาตั้ง (STAND LAMP)

หลอดไฟซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งอยู่บนขาตั้งนั้นเราสามารถที่จะปรับเลื่อนความสูงต่ำได้ตามต้องการ ต่างกับหลอดไฟชนิดแขวนซึ่งเคลื่อนไหวไม่ค่อยสะดวกนัก แต่สามารถใช้ส่องสว่างเฉพาะจุดกับวัตถุที่ต้องการได้ดี

หลอดไฟชนิดตั้งพื้นนี้อาจเป็นอุปสรรคในการเคลื่อนย้ายทำให้ภาพเคลื่อนได้และจะต้องมีการระมัดระวังในการทำงานเป็นอย่างดีไม่เช่นนั้นอาจเกิดความเสียหายได้หากมีการสะดุดขาตั้งไฟล้มขึ้นมา ส่วนใหญ่แล้วหลอดไฟชนิดตั้งขาตั้งนี้เหมาะสำหรับใช้ถ่ายทำนอกสถานที่มากกว่าทำให้ภาพมีชีวิตชีวามากขึ้นอีก

3) หลอดไฟชนิดแบบมีขาหนีบ (CLAMPED LAMPS)

เป็นหลอดไฟชนิดเล็ก (ขนาด 100 - 1000 วัตต์) จะใช้ส่องด้านหน้าด้านข้างหรือด้านบนของฉากนั้น เหมาะสำหรับแบบที่จัดอย่างชั่วคราวหรือฉากที่มีพื้นที่น้อย

4) หลอดไฟชนิดตั้งหรือวางอยู่บนพื้น (GROUND LAMPS)

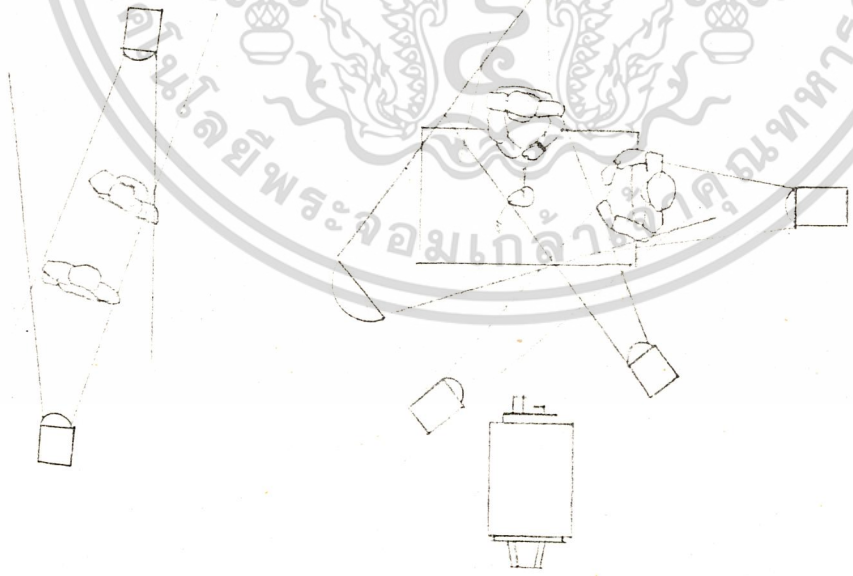
ส่วนมากหลอดไฟชนิดนี้จะวางหรือตั้งอยู่บนพื้นหรือวางอยู่บนขาตั้งเตี้ย ๆ ซ่อนไว้เบื้องหลังฉากเพื่อให้ส่องแสงอ่อน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ระบบฉาก

SCENERY หรือ ฉากทางโทรทัศน์มักออกแบบสำหรับใช้กับกล้องโทรทัศน์ ไม่ว่าขนาดรูปทรง พื้นผิว สี การติดตั้ง ตลอดจนเครื่องแต่งตัว ก็ต้องออกแบบให้เหมาะกับกล้องโทรทัศน์ที่จะถ่ายในห้องส่งทั้งสิ้น ฉากโทรทัศน์ส่วนมากทำขึ้นเป็นส่วน ๆ อาจถอดได้ และทำไว้เฉพาะที่ เช่น ฉากเข้าบ้านทำไว้มุมหนึ่ง อีกมุมหนึ่งอาจเป็นฉากอื่น ๆ ภายในบ้าน เป็นต้น ตำแหน่งของฉากขึ้นอยู่กับลำดับของเหตุการณ์ หรือตำแหน่งของกล้อง หลักในการใช้ฉากคำนึงถึงหลักดังนี้ คือ

1. มุมกล้อง สถานที่ตั้งกล้อง การเคลื่อนย้าย BOOM MICROPHONES



รูปที่ 47 แสดงการตั้งและการเคลื่อนที่เวลาทำงานของกล้องและไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนึงถึงแสงที่ให้ผลกับฉากตามต้องการ เช่น มีความสมจริง

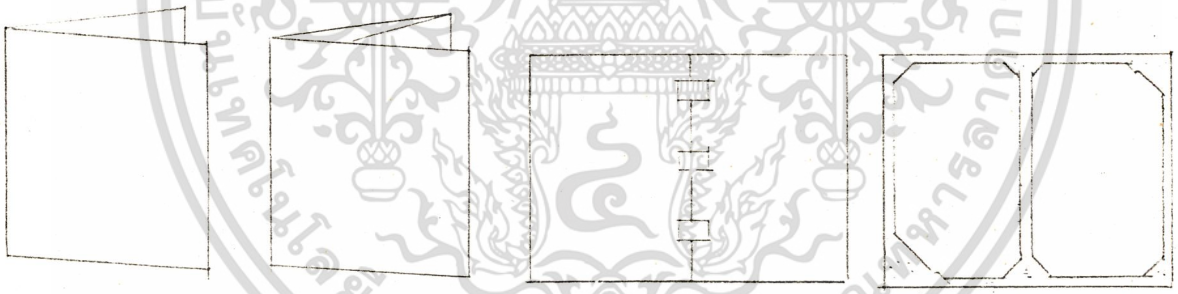
3. คำนึงถึงประเภทการแสดง ใช้ฉากถาวรหรือชั่วระยะสั้น ๆ สถานที่ของฉาก เช่น ภายในหรือภายนอกบ้าน สนาม สวน หรือที่ทำงาน

4. ส่งเสริมตัวแสดง หรือให้ตัวแสดงได้ใช้ฉากนั้นอย่างสะดวก ฉากจะต้องไม่รกรุงรัง

เราอาจแบ่งฉากโทรทัศน์เป็น 4 ประเภท คือ

1. STANDARD SET UNITS OR STOCK SCENERY

ลักษณะของฉากเป็นแบบฉากพับได้ อาจเป็นแบบบานเดียว 2 ห้อง 3 บาน ขนาดรูปร่างและสีกลมกลืนกัน มี 2 ขนาด คือ 6 x 10 ฟุต ขนาดแรกใช้กับห้องส่งขนาดเล็ก เพราะมักมีเพดานพอที่กล้องสามารถจับภาพได้โดยไม่พ้นกรอบฉาก ความกว้างยาวของฉากแบบนี้อาจยืดหยุ่นได้ตามความจำเป็น



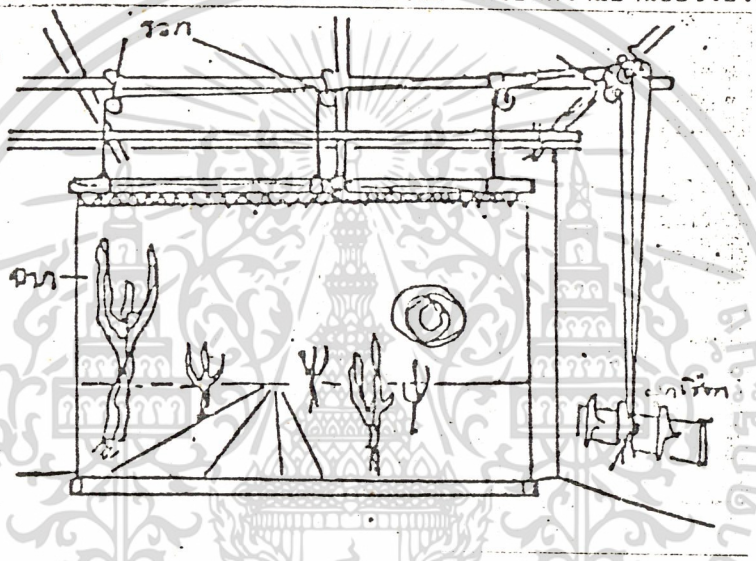
2. SPECIAL SET UNITS

มีลักษณะคล้ายแบบ STANDARD SET UNITS คือเป็นแบบยกหรือถอดได้ มีรายละเอียดและลักษณะการใช้สอยของฉากมากกว่า เช่น เป็นรูปห้อง บานประตูหน้าต่าง ฉากห้องสมุด พื้นห้อง เสา ผนัง หรือฉาก BACKGROUND ฉากประกอบอื่น ๆ อุปกรณ์ในการสร้างฉากประเภทนี้อาจใช้เทคนิคอื่น ๆ ช่วย เช่น การระบายสี การใช้ MASKING ชนิดสี หรือการติดภาพแปะติด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

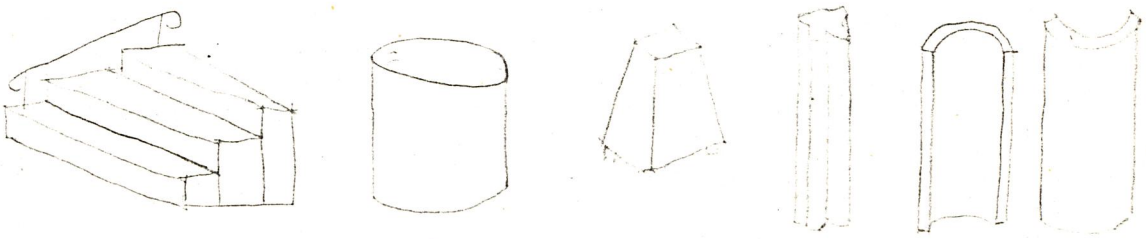
3. HANGING UNITS

ฉากที่ทำขึ้นแล้วใช้แขวนกับขื่อ เพดานมีหลายชนิดตั้งแต่ขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากติดกับผนัง เลื่อนได้จนถึงขนาดเบาชักรอกขึ้นลง หรือเป็นชนิดรูดได้แบบม่านของเวทีละครชนิดใหญ่และหนักติดกับผนังของห้องส่งมีสีเขียวอ่อนหรือน้ำเงินอ่อน เรียกว่า THE CYCLORAMA ส่วนแบบอื่นมีเรียกชื่อต่าง ๆ กัน ลักษณะของฉากระบายสีเป็นภาพต่าง ๆ ตามต้องการ เช่น ภาพทิวทัศน์ ป่า เขา ต้นไม้ ท้องฟ้า ก้อนเมฆ หรือตึกรามบ้านช่องใช้เป็นฉากหลังทำให้แลดูสมจริง

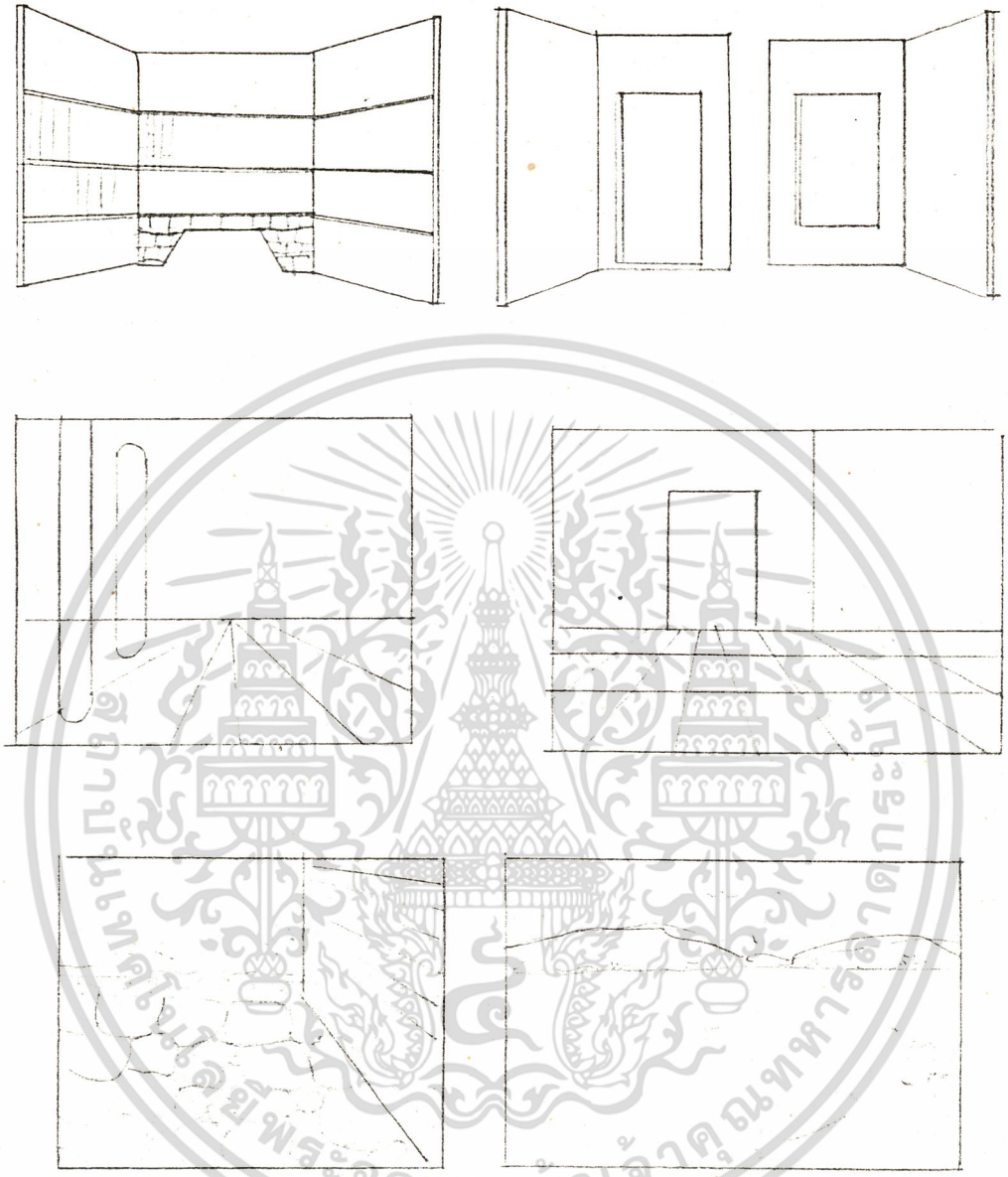


4. SET PIECES

เป็นฉากสำเร็จรูป ช่วยให้ภาพที่ปรากฏในจอเครื่องรับมีส่วนลึกโดยไม่ต้องเคลื่อนกล้องไปในทิศทางต่าง ๆ เกินความจำเป็น ฉากสำเร็จรูปต่าง ๆ อาจจะเป็นของจริงหรือทำจากวัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้อัด ลัง โฟม โดยประดิษฐ์ขึ้นคล้ายของจริง เช่น เสากลม วัสดุเหลี่ยม วัสดุรูปโค้ง ทรงกระบอก ฉากบันได โต๊ะ เก้าอี้ สะพาน บานประตู หน้าต่าง รั้ว ชุดรับแขก เคาน์เตอร์ โต๊ะทำงาน กิ่งไม้ กระถางต้นไม้ เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 48 แสดงการใช้ฉากประกอบแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างจอ (CYCLORAMA)

การสร้างจอ CYCLORAMA ที่ใช้ในห้องส่งจะมีลักษณะเป็นรูปตัว U มีความสูงประมาณ 9 - 15 ฟุต ความยาวประมาณ 20 - 60 ฟุต ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ห้องส่งด้วย

ลักษณะของจอ CYCLORAMA

รูปแบบของจอ CYCLORAMA มีหลายแบบ เช่น

แบบทึบ (SOLID CYCLORAMA)

ส่วนมากใช้กับจอที่ติดตั้งถาวร ซึ่งเราใช้ไม้อัดเป็นผิวหน้า ส่วนมากจะใช้กับห้องส่งขนาดเล็ก (SMALLER STUDIO) ซึ่งติดตั้งฉากอย่างถาวรแต่จะมีข้อเสียคือสะท้อนเสียงได้

แบบขึงด้วยผ้าใบหรือเซลลูลอยด์

ฉากชนิดนี้จะใช้ผ้าหรือเซลลูลอยด์ขึงฉากโดยจะยึดกรอบด้วยเหล็กเป็นท่อนกลมเพื่อป้องกันจอเคลื่อนไหว หรือแกว่งขณะใช้งานและเพื่อให้เกิดความมั่นคงแข็งแรงด้วย ส่วนใหญ่แล้วห้องส่งจะใช้จอชนิดนี้ (เซลลูลอยด์) ติดตั้งแบบถาวรหรือบางแห่งจะใช้ราวเหล็กแบบเปิดไปมาคล้ายแบบเปิดปิดผ้าม่าน บางแห่งก็จะใช้ขึงผ้าใบแล้วยึดติดกับโครงเหล็กด้านหลังติดถาวรไปเลย

ประโยชน์ของจอ CYCLORAMA

- ใช้ปิดกันร่องรอยผนังห้องส่งที่ไม่ต้องการหรือผนังที่ชำรุด
- ช่วยในการจัดแสงเวลาถ่ายทำรายการในห้องส่งซึ่งจะทำให้สามารถปรับจัดแสงได้ตามความต้องการของประเภทรายการนั้น ๆ
- ช่วยในการเป็น BACK GROUND ในการจัดฉากได้
- ช่วยในการซ่อนมุมกล้องในห้องส่งเวลาถ่ายทำรายการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 49 แสดง

1. จอไซโครราบา (SYCLORAMA) แบบแขวนและยึดด้วยการใช้ท่อเหล็ก
2. การยึดจอด้วยใช้วัตถุอื่นทับ
3. การทำมุมโค้งของจอบริเวณมุมห้อง
4. การเว้นช่องว่างบริเวณด้านข้างเพื่อซ้อนดวงไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. วิธีป้องกันฟ้าผ่า การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารประกอบด้วยอุปกรณ์ในการป้องกันฟ้าผ่ามี 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้

1. หลักหรือเสาล่อฟ้า AIR TERMINAL จะเป็นเสาแหลมหรือลักษณะเป็นสามง่ามเป็นตัวคอยรับประจุไฟฟ้า ติดตั้งอยู่บนสุดของส่วนสูงอาคาร หรือกระจายตัวตามรัศมีการป้องกันครอบคลุมตัวอาคารทั้งหมด

2. สายตัวนำลงดิน DOWN CONDUCTOR จะใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดใหญ่เพียงพอแก่การนำประจุไฟฟ้าลงสู่ดินได้อย่างรวดเร็ว โดยการต่อเข้ากลับหลักล่อฟ้า ขนาดพื้นที่หน้าตัดควรอยู่ระหว่าง 50 - 70 ตารางเซนติเมตร

3. หลักสายดิน EARTH ELECTRODE & GROUND ROD ใช้แท่งโลหะหรือแผ่นเหล็กที่ไม่ผุกร่อนง่าย เช่น ทองแดงฝังลงดินจนถึงชั้นของดินที่มีความชื้นเพื่อให้การถ่ายเทและกระจายประจุไฟฟ้าลงดินได้อย่างรวดเร็ว

2. ระบบป้องกันฟ้าผ่า ในประเทศไทยที่นำมาใช้มี 2 ระบบ คือ

1. ระบบดูดประจุ LIGHTNING ACTIVE SYSTEM เป็นระบบที่ใช้กันโดยทั่วไป สายล่อฟ้าจะดูดประจุบวกที่เกิดขึ้นมากในบรรยากาศให้ลงตามสาย ถ่ายลงสู่ดินอย่างน้อย 3 เมตร

2. ระบบผลักประจุ RADIO ACTIVE SYSTEM เป็นระบบทางอีเล็คโทนิคซึ่งสามารถผลิตโปรตรอนประจุบวกและอิเล็คตรอนประจุลบ ทำให้ค่าต่างศักย์ระหว่างอาคารกับบรรยากาศสมดุลย์กันอยู่เสมอ ฉนั้นอาคารจะไม่ถูกฟ้าผ่า ระบบจะทำงานโดยผลักประจุบวกออกไประบบผลักประจุนี้ปฏิบัติการโดยครอบคลุมพื้นที่เป็นวงกลม รัศมี 50 เมตรทำมุม 30° ติดตั้งโดยไว้บนพื้นชั้นดาดฟ้า

3. ข้อดี ข้อเสีย ของแต่ละระบบ

1. ระบบดูดประจุ ข้อดี ราคาถูก การทำงานมีประสิทธิภาพแน่นอน สามารถต่อเข้ากับโครงเหล็กเสริมของอาคารซึ่งต่อลงไปยังดินโดยไม่มีอันตราย หรือเดินสายออกนอกอาคารได้โดยไม่มีอันตรายเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย ต้องมีสายตัวนำลงดิน และจะต้องระมัดระวังเรื่องสายตัวนำประจุถ้าหากเกิดการไม่ต่อเนื่องอย่างแข็งแกร่งแล้วจะเกิดอันตรายตามมา

2. ระบบผลักประจุ ข้อดี ไม่ต้องสิ้นเปลืองสายตัวนำประจุลงสู่ดินและหลักสายดินติดตั้งได้ง่าย เพราะชนิดนี้เป็นเครื่องอีเล็คโทนิค

ข้อเสีย ราคาแพงมาก การทำงานจะมีปัญหาถ้าเกิดพายุจัด ๆ จะพาเอาประตูที่เป็นตัวล่อไปถ้าเอาประจุที่เป็นประจุบวกไปจะทำให้ประจุบวกวิ่งเข้ามาแทนที่และจะทำให้เกิดอันตราย

ระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบ FARADAY CAGE เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารสูง ๆ ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายไปในด้านตัวนำลงดินโดยไม่ได้ใช้สายนำลงดินเป็นสายทองแดง หรือสายตัวนำอื่น ๆ เพิ่มเติมขึ้นอีกซึ่งจะมีราคาแพงมากและมีหลักการดังต่อไปนี้

1. ใช้เหล็กโครงสร้างตามแนวดิ่ง เป็นตัวนำประจุลงดิน เหล็กเสริมจะต้องเชื่อมต่อกันอย่างแข็งแรงและมีการต่อเนื่องทางไฟฟ้าตลอดแนวความสูงของอาคาร อย่างน้อยต้องเป็นเสาทั้ง 4 มุมของอาคารระยะห่างไม่เกิน 30 เมตรตามมาตรฐาน BS และไม่เกิน 18 เมตรตามมาตรฐานของ BS

2. ทุก ๆ ระดับความสูงของอาคาร 30 เมตร ต้องมีการเชื่อมเหล็กคานรอบนอกเป็นวงกลมและเชื่อมต่อเหล็กตามข้อ 1

3. เสาเข็มซึ่งปกติจะมีเหล็กเสริมอยู่แล้วและตอกลึกลงไปในดินมาก ทำให้ค่าความต้านทานของการลงดินต่ำมาก ดังนั้นเหล็กเสริมนี้สามารถใช้แทนหลักสายดินได้ดีโดยการเชื่อมเหล็กเสริมของเสากับเหล็กเสริมของเสาเข็ม

การจัดวางหลักหรือเสาล่อฟ้า ขึ้นอยู่กับลักษณะของหลังคา ขนาดกว้างยาวของอาคารจะต้องจัดวางหลักหรือเสาล่อฟ้าให้เพียงพอหากมีฟ้าผ่าเกิดขึ้น จะต้องผ่าโดยตรงบนเสาล่อฟ้านี้ หลักล่อฟ้านี้มีขนาดความสูงเพียง 30 - 60 เซนติเมตร ในกรณีที่ดาดฟ้าไม่มีคนหรือสิ่งที่จะป้องกันก็อาจใช้สายล่อฟ้าขึงเหนือพื้นดาดฟ้าหรือสันหลังคาประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ยึดกับหลังคาทุกระยะ 1.5 - 2 เมตร และวางบนพื้นกรวดหรือทรายให้ยึดทุกระยะ 3 - 4 เมตร ตามแนววางสายล่อฟ้าดังรูปที่ 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

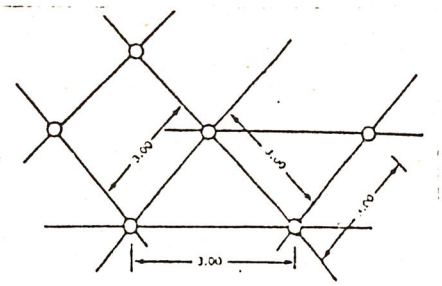
การติดตั้งหลักสายดิน ปัจจุบันใช้หลักสายดินเป็นแท่งกลมเป็นเหล็กหุ้มทองแดง เพื่อป้องกันการผุกร่อนในกรณีที่ต้องการหลักสายดินมากกว่า 1 ต้น กำหนดให้ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร โดยปกติมักจะใช้ระยะ 3 เมตร

การใช้หลักสายดินแบบตาข่ายถักเป็นตารางขนาดไม่น้อยกว่า 2.40 x 2.40 เมตร ตามมาตรฐานระบบนี้เหมาะสมกับอาคารที่มีการใช้คอมพิวเตอร์ด้วย

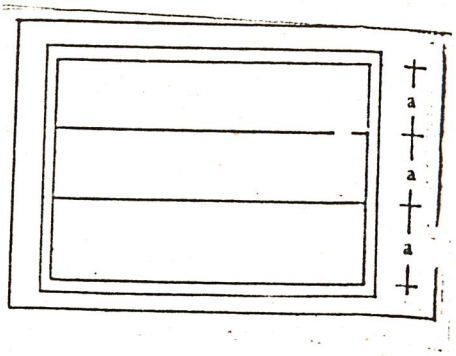
การผังลงดินนั้น ความลึกไม่ควรต่ำกว่า 2.40 เมตร และปลายของสายที่ผังลงดินให้ชี้ออกไปนอกอาคาร

ในอาคารสูงเป็นสิ่งก่อสร้างสูงเด่นจะเป็นเป้าที่ถูกฟ้าผ่าอย่างมากจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำระบบป้องกันฟ้าผ่าเช่นเดียวกับอาคารอื่นทั่วไป ระยะฟ้าผ่าโดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 40 เมตร ฉนั้นอาคารสูงกว่า 40 เมตร มีโอกาสเกิดฟ้าผ่าด้านข้างของอาคารได้ จึงควรมีสายนำลงดินให้ทำหน้าที่เป็นสายล่อฟ้าด้วย อาคารสูงใช้สายนำลงดินมีความยาวมากอาจทำให้เกิดสปาร์คด้านข้างได้ จึงต้องเชื่อมโยงถุงกันได้โดยรอบทุก ๆ ระยะความสูง 20 เมตร ส่วนที่เป็นโลหะที่ต่อลงดินควรเชื่อมโยงกันเข้ากับระบบสายดินของระบบป้องกัน ทั้งหมดนี้เป็นระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารสูง

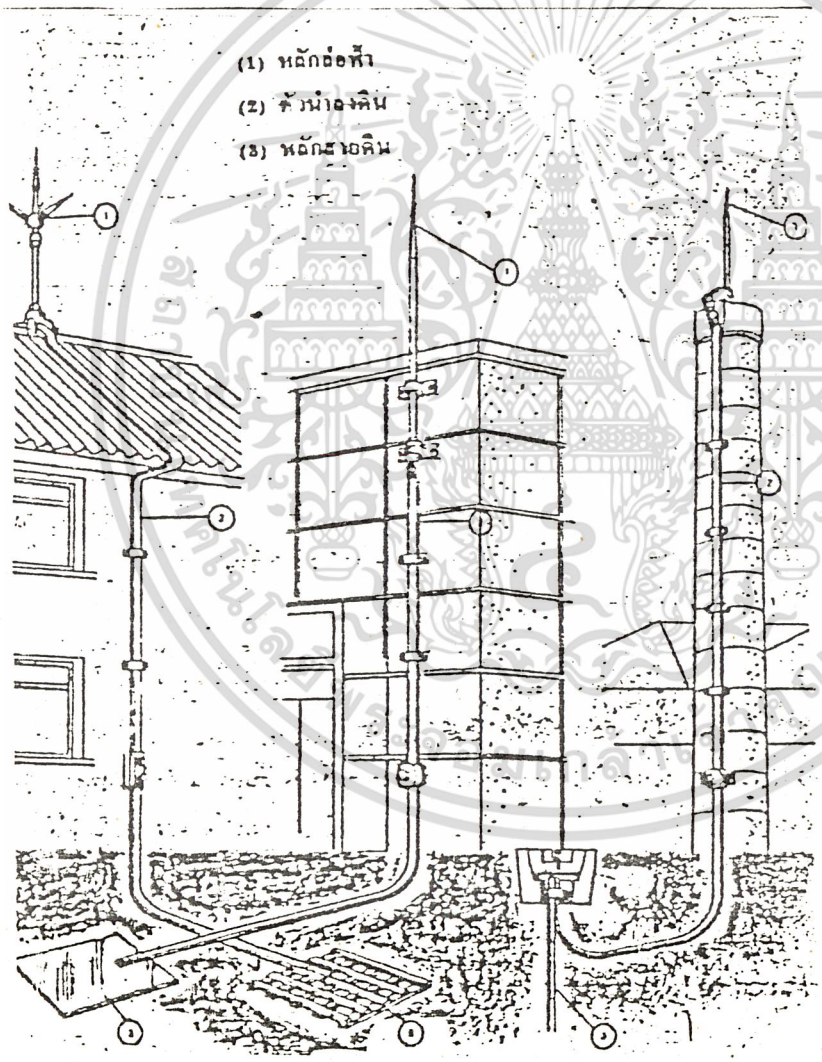
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 50 แสดงผังการตอกหลักสายดิน

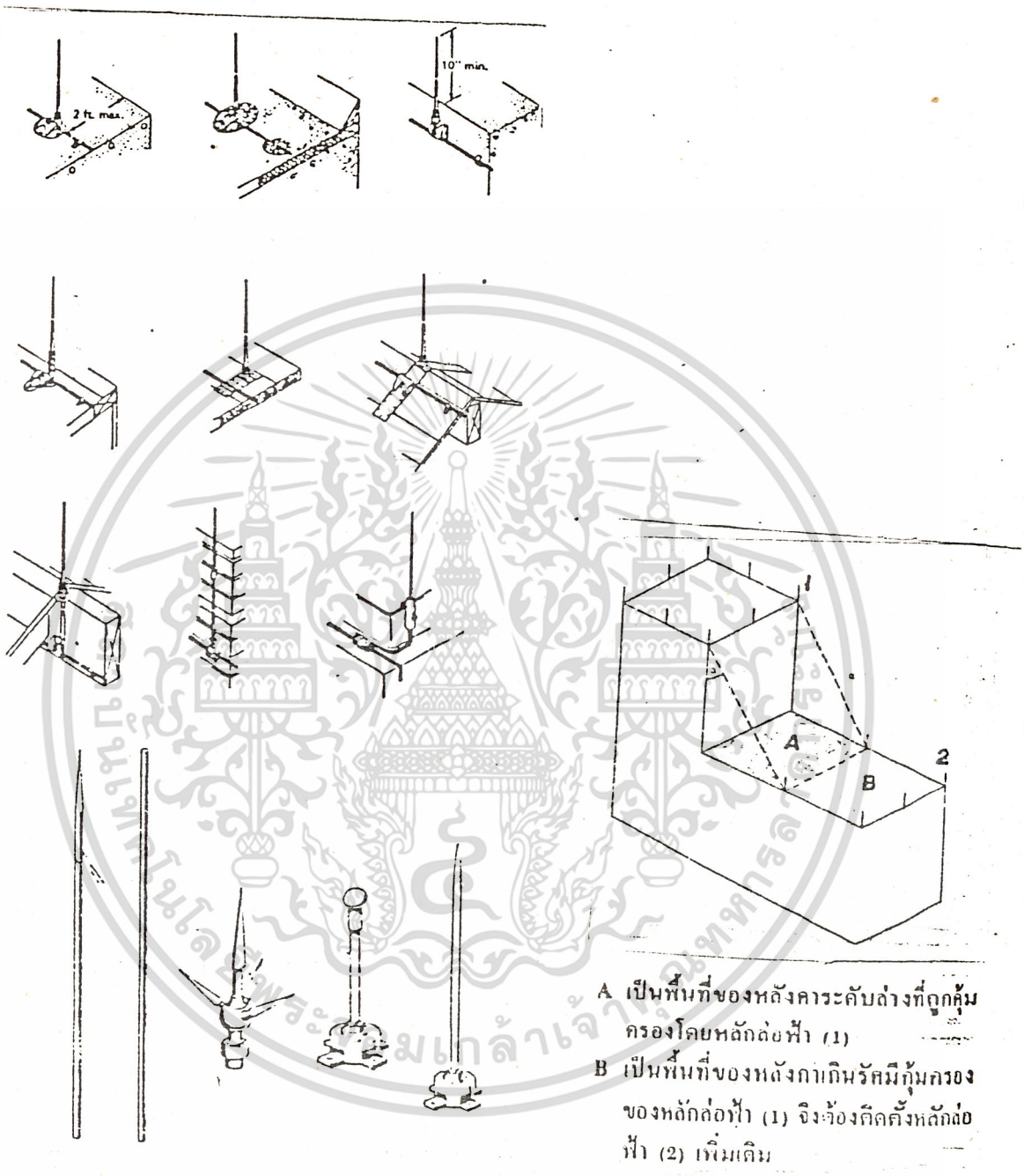


รูปที่ 51 แสดงการวางแถบตัวนำบนหลังคาระยะจะต้องไม่เกิน 18 เมตร



รูปที่ 52 แสดงลักษณะการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 53 แสดงหลักล่อฟ้าแบบต่าง ๆ และการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ระบบปรับอากาศ

<u>แนวความคิดเกี่ยวกับการเลือกระบบปรับอากาศ</u>

ระบบปรับอากาศที่นิยมใช้กันอยู่ในอาคารจะมีอยู่ 3 ระบบ ที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ

1. <u>ระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนส่วนกลาง</u> (CENTRAL CHILLED WATER SYSTEM) เป็นระบบที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (WATER CHILLER) ทำน้ำเย็นแล้วใช้น้ำเย็นเป็นตัวกลางในการให้ความเย็นในระบบปรับอากาศ โดยการเดินท่อจ่ายน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็น (AIRHANDLING OR FANCOIL UNIT) ซึ่งติดตั้งอยู่ตามชั้นต่าง ๆ ของอาคาร

เครื่องทำน้ำเย็นมีทั้งชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (AIR COLLED WATER CHILLER) ซึ่งมักจะนิยมใช้สำหรับอาคารที่ต้องการขนาดภาระทำความเย็นไม่มากนัก และชนิดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (WATER COOLED WATER CHILLER) ซึ่งมักจะใช้เมื่อมีความต้องการขนาดการทำความเย็นมาก ๆ การระบายความร้อนด้วยน้ำจะใช้คูลลิ่งเทาเวอร์ (COOLING TOWER) ช่วยให้น้ำระบายความร้อนจากเครื่องทำน้ำเย็น เย็นลงและไหลกลับไปใช้ในการระบายความร้อนใหม่

2. <u>ระบบเครื่องปรับอากาศครบชุดในตัวชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ</u> (WATER COOLED PACKAGED AIRCONDITIONER) เป็นระบบที่ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีองค์ประกอบที่สำคัญทั้ง 4 ส่วนอันได้แก่ คอมเพรสเซอร์, คอยล์เย็น (EVAPORATOR), คอยล์ร้อน (CONDENSER) และวาล์ลดความดัน (EXPANSION VALVE) ครบชุดอยู่ในเครื่องเดียวกันและเป็นเครื่องที่การระบายความร้อนของคอยล์ร้อนใช้น้ำในการระบายความร้อนโดยใช้คูลลิ่งเทาเวอร์ช่วยให้น้ำระบายความร้อนจากเครื่องเย็นลงและไหลกลับไปใช้ในการระบายความร้อนใหม่

เครื่องปรับอากาศที่ว่านี้ถ้าจะเปรียบก็เปรียบเสมือนเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างธรรมดา ๆ นี่เอง แต่มีขนาดใหญ่กว่าไม่ได้ระบายความร้อนด้วยอากาศ แต่ระบายความร้อนด้วยน้ำและมักจะออกแบบให้สามารถต่อท่อลมเย็นจากเครื่องได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน</u> (SPLIT SYSTEM) ระบบนี้เป็นระบบที่คนทั่วไปคุ้นกันมากที่สุด ระบบปรับอากาศจะประกอบด้วยเครื่องหลัก 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เรียกว่า เครื่องส่งลมเย็น (AIRHANDLING OR FANCOIL UNIT) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในอาคาร และส่วนที่ 2 เรียกว่า เครื่องระบายความร้อน (AIR COOLED CONDENSING UNIT) ซึ่งจะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร เครื่องส่งลมเย็น ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่ก็มักจะออกแบบให้มีระบบท่อลมเย็นสำหรับการกระจายลมเย็นได้

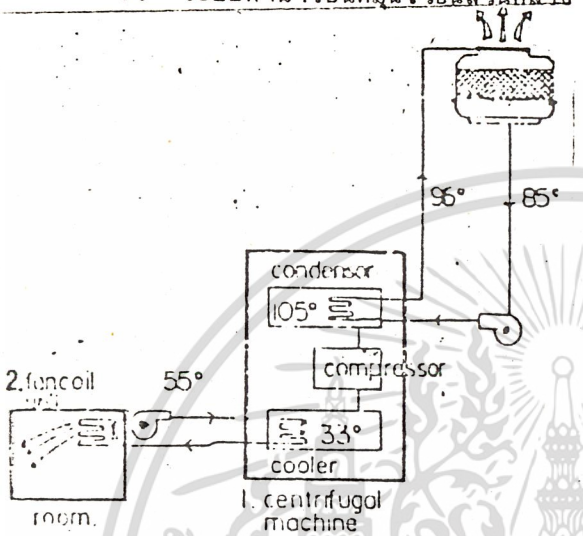
การที่จะพิจารณาเลือกว่าระบบปรับอากาศชนิดไหนจะเป็นระบบปรับอากาศที่เหมาะสมนั้นอาจจะพิจารณาได้จากข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ใช้สอยและจุดมุ่งหมายของอาคาร เป็นหลักระบบปรับอากาศทั้ง 3 ระบบ ต่างก็มีข้อได้เปรียบเสียเปรียบซึ่งกันและกัน ซึ่งพอจะสรุปได้โดยสังเขปดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 17

สำหรับสำนักงานถ้าเป็นอาคารสำนักงานที่สร้างเอง อยู่เอง เช่นอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคาร ก็นิยมใช้ระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียน แต่ถ้าเป็นอาคารสำนักงาน (อาคารชุด) ที่สร้างขายในปัจจุบันมักจะออกแบบให้ใช้ระบบแยกส่วน เพื่อตัดปัญหาลงด้านการลงทุนโดยให้ผู้ซื้อรับผิดชอบจัดหาและติดตั้งเอง แต่ก็มีบางอาคารที่ออกแบบให้ใช้เครื่องปรับอากาศครบชุดในตัวชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการจัดวางเครื่องระบายความร้อนโดยเจ้าของอาคารจะจัดเตรียมระบบท่อน้ำระบายความร้อนและคูลลิ่งเทาเวอร์ให้ และผู้ซื้อจะเป็นผู้จัดหาตัวเครื่องปรับอากาศมาเอง สำหรับอาคารสำนักงานให้เช่า มีใช้ทั้ง 3 ระบบปะปนกันไปโดยที่มีแนวโน้มว่าระบบเครื่องปรับอากาศครบชุดในตัวชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากใช้เนื้อที่ประจำชั้นน้อยกว่าระบบปรับอากาศแยกส่วน การติดตั้งง่ายกว่าระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียน ในขณะที่ใช้กำลังไฟฟ้าใกล้เคียงกันและสามารถคิดค่าไฟฟ้าด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเช่นเดียวกับระบบปรับอากาศแยกส่วน ราคาของระบบก็ใกล้เคียงกับระบบปรับอากาศแยกส่วน หากต้องระวังเรื่องเสียงจากเครื่องบ้างเท่านั้น

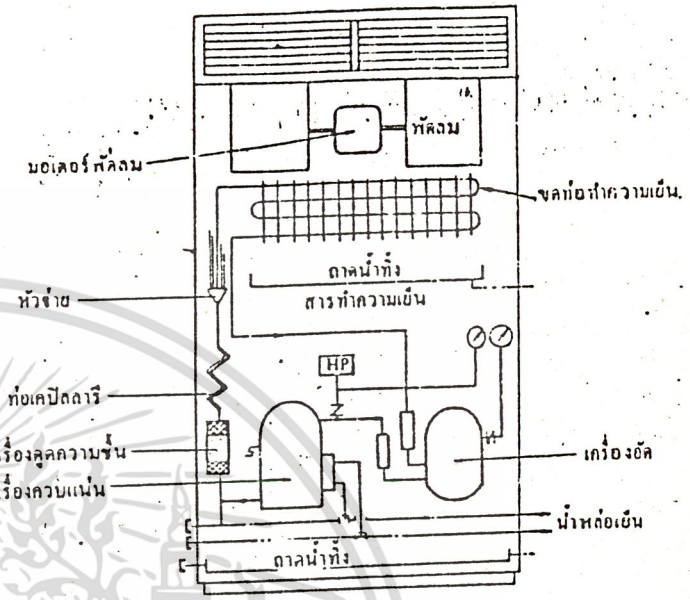
สำหรับอาคารที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นระบบปรับอากาศที่ไม่น่าใช้มากที่สุด เนื่องจากใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าระบบอื่น ๆ ตามปกติระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้กำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่ของอาคารอยู่แล้ว หากเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

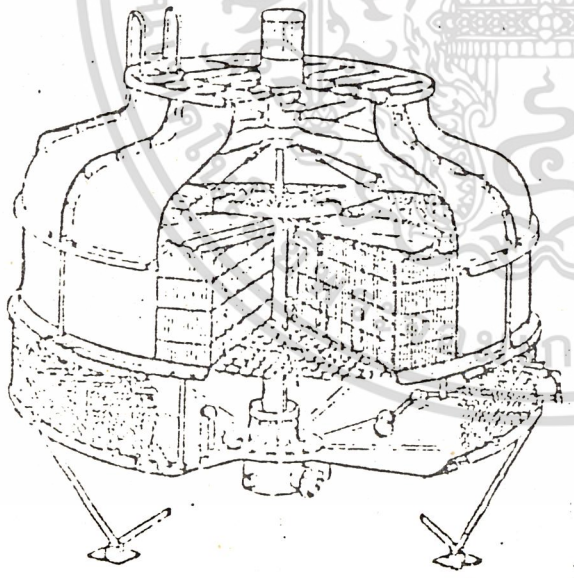
1. ระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนส่วนกลาง



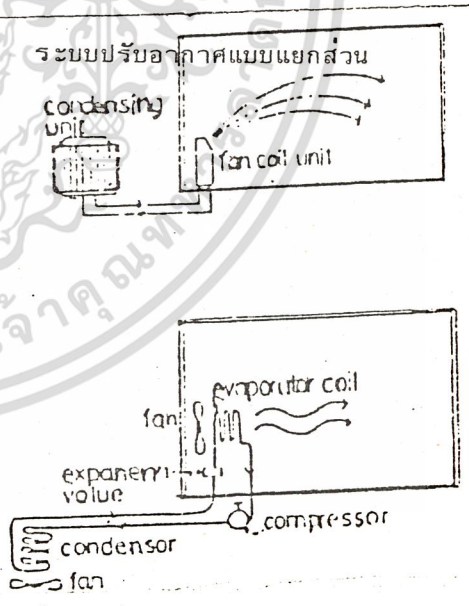
2. ระบบเครื่องปรับอากาศครบชุด



การเดินท่อของเครื่องปรับอากาศแบบชุดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ



3. ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน



รูปที่ 54 แสดงระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากก็เท่ากับทำให้ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าของอาคารต้องใหญ่กว่าการใช้ระบบปรับอากาศระบบอื่น ๆ (ซึ่งเรื่องนี้มักจะมองข้ามกันไป การที่หม้อแปลงไฟฟ้าใหญ่ขึ้นอีกนัยหนึ่งก็คือการลงทุนทางด้านระบบไฟฟ้าต้องสูงขึ้น) การใช้กำลังไฟฟ้าสำหรับอาคารก็ต้องสูงขึ้น ปัญหาการใช้กำลังไฟฟ้ามากของระบบปรับอากาศแยกส่วนนี้เคยมีการแก้ปัญหาโดยการออกแบบคอยล์ร้อนให้มีขนาดใหญ่เป็นพิเศษเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง แต่อย่างไรก็ตามอาจจะเนื่องจากเนื้อที่จำกัดหรือเพื่อไม่ให้ราคาเครื่องสูงจนเกินไปในที่สุดการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องจึงยังคงสูงอยู่นั่นเอง

การเลือกระบบปรับอากาศ

เมื่อเริ่มโครงการสถาปนิกซึ่งเป็นผู้ที่ติดต่อและทราบความต้องการของเจ้าของโครงการจะร่วมปรึกษากับวิศวกรเพื่อกำหนดระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับโครงการโดยเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียในแง่ต่าง ๆ แล้วนำเสนอต่อเจ้าของโครงการเพื่อพิจารณา

การกำหนดตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ

หลังจากที่ได้ตกลงกันแล้วว่าระบบปรับอากาศจะเป็นระบบใดในหลักการแล้วสถาปนิกกับวิศวกรก็จะร่วมกันปรึกษาถึงขนาดและตำแหน่งของห้องเครื่องปรับอากาศประจำชั้นและห้องเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (เมื่อใช้ระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนหรือระบบเครื่องครบชุดในตัวฯ) ห้องเครื่องปรับอากาศประจำชั้นมักจะเป็นส่วนที่มีผลกระทบต่อการจัดวางพื้นที่ประจำชั้นและแกนบริการกลาง (SERVICE CORE) เป็นอย่างมาก ในกรณีที่ใช้ระบบปรับอากาศแยกส่วนก็จะต้องปรึกษาถึงเรื่องสถานที่ตั้งเครื่องระบายความร้อนซึ่งจะต้องระบายความร้อนออกภายนอกอาคาร

ส่วนการกำหนดตำแหน่งของห้องเครื่องปรับอากาศส่วนกลางซึ่งมีเฉพาะเมื่อใช้ระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนหรือระบบเครื่องครบชุดในตัวฯ สำหรับระบบเครื่องครบชุดในตัวฯ อุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องเครื่องปรับอากาศส่วนกลางจะประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำระบายความร้อนและแผงควบคุมซึ่งใช้เนื้อที่ไม่มากนัก จึงไม่ค่อยมีปัญหาแต่สำหรับระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนนั้นภายในห้องเครื่องปรับอากาศส่วนกลางจะประกอบด้วย เครื่องทำน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน, เครื่องสูบน้ำเย็น และ แผงควบคุม ซึ่งใช้เนื้อที่มากจึงเป็นปัญหากับการกำหนดตำแหน่งบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสำคัญที่นำมาประกอบกับการพิจารณาตำแหน่งห้องเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ขนาดและความสูงของห้องเครื่อง
2. ความสะดวกในการขนย้ายเครื่องเข้า-ออก
3. เสียงและความสั่นสะเทือน
4. การระบายอากาศของห้องเครื่อง
5. น้ำหนักของอุปกรณ์ภายในห้องเครื่อง
6. อยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางอาคารหรือไม่
7. ควรอยู่ใกล้ห้องเครื่องไฟฟ้าของอาคาร
8. ความสะดวกในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์
9. ความปลอดภัย
10. ระดับของห้องเครื่อง

<u>การกำหนดตำแหน่งของคูลลิ่งเทาเวอร์</u>

คูลลิ่งเทาเวอร์ (COOLING TOWER) ที่ใช้กับระบบทำน้ำเย็นหมุนเวียนและระบบเครื่องครบชุดในตัวฯ มักจะกำหนดให้อยู่ในตำแหน่งที่การระบายอากาศดี และมีปัญหาเรื่องละอองน้ำน้อยที่สุด หากว่าสามารถกำหนดให้ถังน้ำระบายความร้อนอยู่ใกล้กับห้องเครื่องได้จะประหยัดค่าลงทุนเดินท่อน้ำระบายความร้อนลงไปได้

<u>การกำหนดระบบท่อส่งลมเย็น</u>

สถาปนิกส่วนใหญ่มักจะต้องการให้ท่อลมบาง ๆ เพื่อที่จะได้ความสูงของอาคารลดลงหรือได้จำนวนชั้นของอาคารมากขึ้น

ดังนั้นวิศวกรจึงต้องพยายามออกแบบระบบท่อส่งลมเย็นให้ขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งก็มีข้อจำกัดเรื่องความดันของเสียง ความดันลดของท่อลมและราคาค่าระบบท่อลม รวมทั้งข้อจำกัดที่เกี่ยวกับการจัดวางระบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบท่อส่งลมเย็นโดยใช้ความเร็วสูงก็เป็นทางออกทางหนึ่งในการที่จะช่วยให้ขนาดท่อลมเล็กลง แต่จะต้องนำเอาระบบป้องกันและดูดกลืนเสียง (ACOUSTIC TREATMENT) มาช่วยเพื่อป้องกันปัญหาจากเสียงลมที่มีความเร็วลมสูงระบบ VAV (VARIABLE AIR VOLUME SYSTEM) ก็เป็นระบบท่อลมความเร็วสูงระบบหนึ่งที่นอกจากจะทำให้ท่อลมมีขนาดเล็กลงแล้ว ยังให้ผลทางด้านการประหยัดพลังงาน และความคล่องตัวในการเปลี่ยนแปลงการตกแต่งภายในอีกด้วย แต่การที่จะพิจารณาว่าระบบดังกล่าวเหมาะสมคุ้มค่าหรือไม่ จะต้องพิจารณาควบคู่กับเรื่องที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ด้วย เช่น ขนาดของพื้นที่ปรับอากาศ, การจัดวางทิศของอาคาร, ลักษณะการใช้งาน เป็นต้น ประกอบกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเปรียบเทียบ	1. Packaged Water-Cooled	2. Air-Cooled Water Chiller	3. Water-Cooled Water Chiller	4. Split System	หมายเหตุ
1. ค่าลงทุนเริ่มแรก	ประมาณ 30,000 บาทต่อตัน (ประกอบภายในประเทศประมาณ 23,000 บาทต่อตัน)	ประมาณ 48,000 บาทต่อตัน	ประมาณ 43,000 บาทต่อตัน	ประมาณ 22,000 บาทต่อตัน	รวมค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และระบบควบคุม
2. ค่าดำเนินการ	-	สูงกว่าประเภท 1	เท่ากับประเภท 1	สูงกว่าทุกประเภท	พิจารณาจากค่าไฟฟ้าเป็นหลัก
3. ความสามารถหรือความเชื่อถือได้ในการทำงาน	-	สูงกว่าประเภท 1	สูงกว่าประเภท 1	ใกล้เคียงกับประเภท 1	ขึ้นอยู่กับฝ่ายบำรุงรักษาประจำอาคาร
4. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	-	สูงกว่าประเภท 1	สูงกว่าประเภท 1	ใกล้เคียงกับประเภท 1	ขึ้นอยู่กับฝ่ายบำรุงรักษาประจำอาคาร
5. อายุการใช้งาน	ไม่ต่ำกว่า 15 ปี	ไม่ต่ำกว่า 20 ปี	ไม่ต่ำกว่า 20 ปี	ไม่ต่ำกว่า 10 ปี	จะใช้งานได้นานกว่าที่แสดงไว้ ถ้ามีฝ่ายบำรุงรักษาที่ดี

ข้อเปรียบเทียบ	1. Packaged Water-Cooled	2. Air-Cooled Water Chiller	3. Water-Cooled Water Chiller	4. Split System	หมายเหตุ
6. การใช้พื้นที่ในอาคาร (สูญเสียประโยชน์ในการใช้พื้นที่)	(เครื่องส่งลมเย็นของระบบนี้มีเฉพาะเครื่องตั้งพื้น)	มากกว่าประเภท 1	มากกว่าประเภท 1	มากกว่าประเภท 1	พิจารณารวมห้องเครื่องทั้งหมดไม่นับชั้นหลังคา
7. เสียงรบกวนโดยเฉพาะเครื่องส่งลมเย็น	(ยกเว้นเครื่องของประเทศญี่ปุ่น)	น้อยกว่าประเภท 1	น้อยกว่าประเภท 1	น้อยกว่าประเภท 1	เปรียบเทียบเฉพาะเสียงจากเครื่องส่งลมเย็น
8. ผลกระทบต่อโครงสร้างอาคาร	เฉลี่ยน้ำหนักไปได้ทั่วถึงอาคาร	มีบริเวณที่ต้องรับน้ำหนักจากเครื่องทำน้ำเย็น	เช่นเดียวกับประเภท 2	เช่นเดียวกับประเภท 1	ยกเว้นชั้นหลังคาที่ต้องมีเครื่องระบายความร้อนเช่นเดียวกัน
9. ผลกระทบต่อแผนดำเนินการก่อสร้าง	ติดตั้งง่ายกว่า มีปัญหาเกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารน้อยกว่า	ต้องเดินท่อน้ำเย็น และมีปัญหาในการเอาเครื่อง Chiller เข้าอาคาร	เช่นเดียวกับประเภท 2	ติดตั้งง่ายกว่าทุกประเภท	

ตารางที่ 17 แสดงข้อเปรียบเทียบของเครื่องปรับอากาศระบบต่าง ๆ

8) ระบบสุขาภิบาล

ระบบสุขาภิบาลที่ใช้เอื้ออำนวยความสะดวกกับผู้ที่อยู่ภายในอาคาร แบ่งออกได้เป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1. ระบบท่อน้ำประปา

ความหมายของระบบท่อน้ำประปา

ระบบท่อน้ำประปา หมายถึง วิธีการจ่ายน้ำสะอาดไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคารทั้งเพื่อการบริโภคและอุปโภค

ประเภทการจ่ายน้ำ

การจ่ายน้ำแบ่งออกตามลักษณะของการออกแบบได้ 2 ประเภท คือ

1. ระบบจ่ายขึ้น (UPFEED DISTRIBUTION SYSTEM) หมายถึง ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคารซึ่งทำการจ่ายน้ำให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะที่ท่อจ่ายน้ำเดินจากชั้นล่างขึ้นไปตามความสูงของอาคาร

2. ระบบจ่ายลง (DOWNFEED DISTRIBUTION SYSTEM) หมายถึง ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคารโดยเริ่มจากชั้นบนสุดของอาคารลงมาจนถึงชั้นล่าง

ถังเก็บน้ำที่พื้นดิน

ในอาคารสูงซึ่งความดันของท่อจ่ายน้ำประปาไม่สามารถส่งน้ำประปาไปใช้ได้อย่างทั่วถึง จำเป็นต้องสูบน้ำส่งขึ้นไปใช้ในอาคารเพื่อเพิ่มความดันให้มีความเพียงพอ

เหตุผลสำคัญที่ต้องมีถังเก็บน้ำ

1) ป้องกันความดันของท่อเมนสาธารณะลดลงเมื่ออาคารต้องการใช้น้ำปริมาณมาก ๆ

2) ป้องกันน้ำสกปรกในอาคารนั้นไหลกลับเข้าไปในท่อสาธารณะ

3) เพื่อให้อาคารมีปริมาณของน้ำสำรองในกรณีที่เกิดการขาดน้ำบางช่วง

ขนาดของถังเก็บน้ำขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำของอาคาร ความแน่นอนในการส่งน้ำของการประปา และความดันในท่อสาธารณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มความดันของน้ำที่ระบบท่อ เกิดจากสาเหตุ

1) ความดันของน้ำในท่อเมนต่ำ

2) ท่อเมนมีขนาดเล็ก

3) การแย่งน้ำในท่อเมนจากอาคารข้างเคียงที่สร้างขึ้นใหม่

4) ท่อเมนมีตะกอนอุดตันทำให้การไหลของน้ำลดลง

5) การใช้น้ำในฤดูร้อนมีอัตราสูงเพิ่มมากขึ้น

ระบบจ่ายน้ำ

ระบบจ่ายน้ำในอาคารสูงที่จะก่อให้ประโยชน์ใช้สอยมากขึ้นเป็นผลของการเพิ่มความดันในระบบท่อ โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นตัวจักรกลที่สำคัญแบ่งออกได้ 3 วิธี คือ

1) ระบบใช้เครื่องสูบน้ำและถังสูง (ELEVATED TANK SYSTEM) เป็นการจ่ายน้ำให้อาคาร โดยการสูบน้ำขึ้นไปเก็บบนถังเก็บน้ำที่ตั้งอยู่ในที่สูงซึ่งเพียงพอที่จะให้ความดันแก่สุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมกับอาคารที่สูงตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป

ขนาดของถังสูงขึ้นอยู่กับความต้องการสูงสุดและระยะเวลาที่ใช้ติดต่อกัน แต่ถ้าใช้เพื่อในการดับเพลิงด้วยก็ควรเพิ่มขึ้นอีกอย่างน้อย 15 ลูกบาศก์เมตร หรือใช้ดับเพลิงได้ภายในเวลา 20 นาที

ในการเลือกใช้ระบบนี้จะต้องระมัดระวังเรื่องความดันของน้ำในชั้นบนซึ่งจะต่ำเกินไปหากไม่สามารถยกระดับของถังน้ำให้ได้สูงเพียงพอหรืออาจเปลี่ยนชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์ที่ใช้ความดันสูงมาเป็นชนิดที่ใช้ความดันต่ำ

รายละเอียดของถังสูง

1) ท่อส่งน้ำเข้าถังจากเครื่องสูบน้ำซึ่งที่ปลายท่อส่งน้ำจะติดประตูลูกลอยเพื่อควบคุมการทำงาน

2) ท่อจ่ายน้ำเพื่อนำไปใช้ในการบริโภค อุปโภค จะต้องติดตั้งสูงจากก้นถัง 10 ซม. เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำอย่างทั่วถึงและให้มีชั้นเก็บตะกอนที่ก้นถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ท่อน้ำล้นให้มีขนาดใหญ่พอที่จะรับปริมาณน้ำสูบเข้าถังได้

4) ท่อระบายน้ำล้นจะต้องมีตะแกรงกันผง และห้ามต่อท่อโดยตรงเข้ากับท่อระบายน้ำต่าง ๆ เพื่อป้องกันการสัมผัสหรือติดต่อกับเชื้อโรค จึงต้องทำกรวยรับน้ำและให้มีช่องว่างระหว่างปลายท่อกันที่รับน้ำ

2) ระบบใช้เครื่องสูบน้ำเพิ่มความดันโดยตรง (BOOSTER PUMP SYSTEM)

เป็นระบบที่ใช้เครื่องสูบน้ำที่เรียกว่า BOOSTER PUMP ต่อเข้าในเส้นท่อ ระบบนี้มีความเหมาะสมกับอาคารที่มีปริมาณการใช้น้ำที่ไม่มากและไม่จำเป็นต้องมีถังพักน้ำด้วย

หลักการทำงานมี 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

1) ใช้เครื่องสูบน้ำซึ่งมีชุดขับที่สามารถปรับความเร็วได้ตามความต้องการใช้น้ำ

2) ใช้เครื่องสูบน้ำแบบความเร็วคงที่จำนวนหลายเครื่องมาต่อขนานกัน

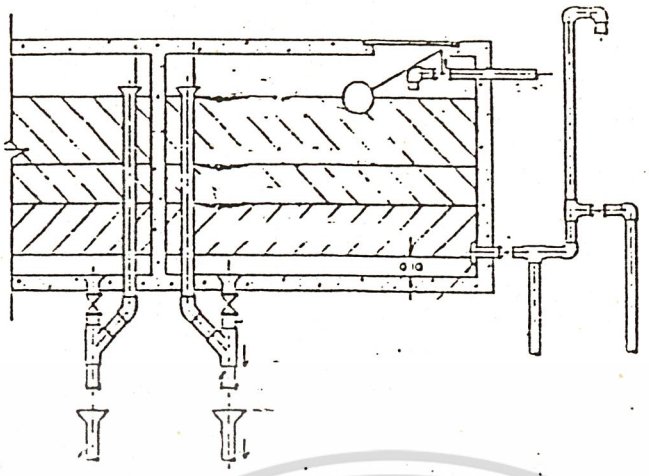
3) ระบบใช้เครื่องสูบน้ำและถังอัดความดัน (HYDROPNEUMATIC PRESSURE TANK SYSTEM) เป็นระบบที่เหมาะสมกับอาคารขนาดใหญ่ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ซึ่งได้แก่

1) ชนิดที่ใช้เครื่องอัดอากาศ (PRESSURE TANK SYSTEM) ประกอบด้วยถังสำหรับอัดความดัน, เครื่องอัดลม, เครื่องสูบน้ำ

2) ชนิดที่อัดอากาศเอาไว้ในตัว (PRECHARGE HYDRO-PNEUMATIC SYSTEM) เป็นระบบที่คล้ายกับระบบที่เพิ่มความดันในเส้นท่อโดยตรง ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำและถังที่ได้อัดลมเอาไว้ล่วงหน้าแล้ว ซึ่งถังอัดความดันนี้จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนบนเป็นลมอัดและส่วนล่างเป็นน้ำ

ในการจ่ายน้ำด้วยถังอัดความดันย่อมให้มีค่าความแตกต่างระหว่างความดันสูงสุดและความดันต่ำสุด 1.4 กก./ตร.ซม. (20 ปอนด์/ตร.นิ้ว) ทำให้น้ำในถังอัดความดันสามารถจ่ายน้ำออกในช่วงระยะเวลาหนึ่งได้ เพื่อต้องการให้เครื่องสูบน้ำนั้นหยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 55 แสดงการเดินท่อระบายน้ำฝน, ท่อระบายน้ำทิ้งในอาคาร

การหาปริมาณการใช้น้ำ

ความต้องการน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมชีวิตประจำวันจะแตกต่างไปตามฐานะและมาตรฐานความเป็นอยู่ของผู้บริโภค ตลอดจนลักษณะการใช้สอยของอาคาร และสภาพดินฟ้าอากาศ โดยทั่วไปแล้วอัตราความต้องการใช้น้ำต่อวันต่อคนจะอยู่ระหว่าง 75 ลิตรถึง 300 ลิตร (20 - 80 แกลลอน) ปริมาณของการใช้น้ำยังขึ้นอยู่กับชนิดของสุขภัณฑ์ด้วย เช่น การใช้จะใช้น้ำมากกว่าการเปิดก๊อกธรรมดา หรือความดันในเส้นท่อสูง การเปิด-ปิดก๊อกน้ำแต่ละครั้งจะสิ้นเปลืองน้ำมากกว่าความดันในเส้นท่อต่ำ

การเลือกระบบจ่ายน้ำที่เหมาะสม

ผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้ระบบที่มีความเหมาะสมกับงานนั้น ๆ โดยจะต้องคำนึงถึงความแน่นอนในการทำงาน, ค่าก่อสร้าง, ค่าดำเนินการ, ตลอดจนการบำรุงรักษา, การรบกวนและความสวยงาม

การควบคุมความดันในเส้นท่อจ่ายน้ำ การปรับความดันให้เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำได้โดยใช้ลิ้นลดความดัน (PRESSURE REDUCTION VALUE) ซึ่งมีสองแบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ลิ้นลดความดันแบบ ใช้ในกรณีที่มีน้ำไหลเป็นช่วง ๆ หากไม่มีการใช้น้ำลิ้นจะปิดสนิท ความดันด้านน้ำออกเปลี่ยนแปลงไปตามความดันน้ำเข้า

2) ลิ้นลดความดันแบบ เหมาะสำหรับระบบจ่ายน้ำที่มีการไหลตลอดเวลา จะมีความดันเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าประเภทแรก

น้ำกระแทรก

เมื่อน้ำไหลในท่อจะเกิดพลังงานและความเร็ว แต่ถ้าน้ำถูกเปลี่ยนความเร็วอย่างทันที พลังงานจะเปลี่ยนเป็นคลื่นความดัน (DYNAMIC PRESSURE WAVE) ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงในน้ำทำให้เกิดแรงกระทบ และสะท้อนกลับไป-มาในท่อ เรียกว่า เกิดน้ำกระแทรก (HYDRAULIC SHOCK) ส่วนเสียงดังที่เกิดจากน้ำกระแทรกเรียกว่า WATER HAMMER

สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำกระแทรกคือ การหยุดเครื่องสูบน้ำและการปิดประตูน้ำและลิ้นควบคุมต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ในเส้นท่อที่มีน้ำไหลผ่านด้วยความเร็วสูงโดยเฉพาะประตูน้ำชนิดปิดเร็ว

เครื่องรับน้ำกระแทรกมี 2 ชนิด คือ แบบใช้ห้องอากาศที่เติมได้ และแบบสำเร็จรูป

2) ระบบระบายน้ำทิ้ง

ความหมายของระบบระบายน้ำทิ้ง

ระบบระบายน้ำทิ้งหมายถึง ระบบท่อที่ติดตั้งขึ้นมาเพื่อระบายน้ำเสีย หรือน้ำทิ้งอื่น ๆ ไปยังแหล่งกำจัดน้ำเสีย

คำจำกัดความ

1. SOIL PIPE (ท่อน้ำโสโครก) หมายถึงท่อที่ใช้ในการระบายมูลของมนุษย์

2. WASTE PIPE (ท่อน้ำเสีย) หมายถึงท่อระบายน้ำเสียอื่น ๆ ยกเว้นมูลของมนุษย์

3. BUILDING DRAIN หมายถึงท่อที่อยู่ต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำ เพื่อจะระบายน้ำเสียในลักษณะต่าง ๆ ไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) BUILDING SEWER หมายถึงส่วนที่รับน้ำเสียต่าง ๆ จาก BUILDING DRAIN เพื่อส่งต่อไปยังแหล่งกำจัดน้ำเสีย หรือจุดปล่อยออกที่เหมาะสม

5) BUILDING STORM DRAIN หมายถึงท่อที่อยู่ต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำฝน (STORM DRAIN) น้ำที่ผิวหน้าของอาคารและน้ำที่ไม่เสียอื่น ๆ

6) BUILDING STORM SEWER หมายถึงท่อที่รับน้ำจาก BUILD STORM DRAIN เพื่อส่งต่อไปยังท่อระบายน้ำสาธารณะ หรือจุดปล่อยที่เหมาะสม

7) BUILDING SUBDRAIN หมายถึงท่อในระบบการระบายน้ำส่วนที่ไม่สามารถระบายออกไปยัง BUILDING SEWER ได้โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น ท่อระบายน้ำต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นใต้ดิน

8) VENT PIPE (ท่ออากาศ) เป็นที่ที่ต่ออยู่กับท่อระบายน้ำใกล้ที่ดักกลิ่น (TRAP)

9) TRAP (ที่ดักกลิ่น) เป็นอุปกรณ์ที่มีน้ำค้นอยู่ (WATER SEAL) โดยใช้ต่ออยู่ในท่อระบายน้ำ เพื่อป้องกันมิให้อากาศหรือแก๊สภายในท่อระบายน้ำกลับเข้ามาในอาคารได้

ความสูงของอาคาร

การระบายน้ำลงมาตามท่อในแนวดิ่งจะไหลสัมผัสกับผิวภายในท่อรับน้ำฝน ทำให้เกิดแรงต้านทาน โดยน้ำจะมีอัตราการเร่งจนถึงค่าความเร็วประมาณ 9.8 เมตร/วินาที ก็จะเป็นค่าคงที่ซึ่งเท่ากับแรงต้านทาน เรียกว่า TERMINAL VELOCITY และระยะทางที่เกิดความเร็วจนถึงจุดนี้ เรียกว่า TERMINAL LENGTH มีค่าสูงสุดประมาณ 16 เมตร ดังนั้นความเร็วของน้ำที่ทิ้งจากอาคาร 100 ชั้น กับอาคาร 4 ชั้น จึงมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน

การเปลี่ยนการไหลจากแนวดิ่งมาอยู่ในแนวนอน

เป็นการเปลี่ยนแปลงความเร็วการไหลของน้ำทำให้เกิด HYDRAULIC JUMP (การเกิดการรบกวนจากฟอง) ซึ่งระยะทางที่เกิดด้านท้ายน้ำขึ้นอยู่กับความเร็วที่ไหลเข้าเส้นท่อ ระดับการไหลของน้ำในแนวนอนขนาดของท่อ ความเรียบของท่อ และความลาดเอียง พบว่าระยะที่เกิด HYDRAULIC JUMP สูงสุดมีค่าประมาณ 10 เท่า ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้