◀ 技術報告 ▶

V. A. V. 시스템을 利用한 最新中央集中式 空調機빌드업 유니트

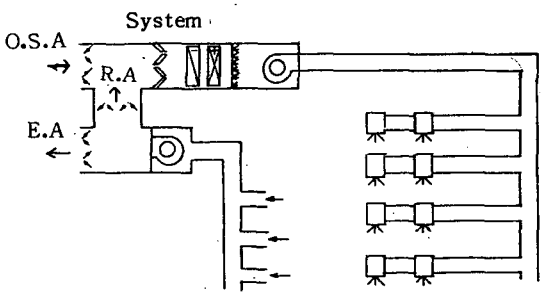
金 達 雄*

Built-up Unit of Central Type Air Conditioning Equipment with V.A.V. System.

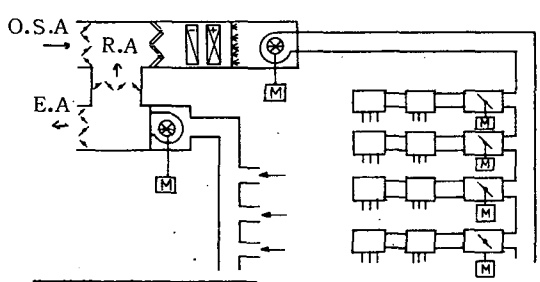
Dal Woong Kim

가. C.A.V.·V.A.V. 시스템의 개요

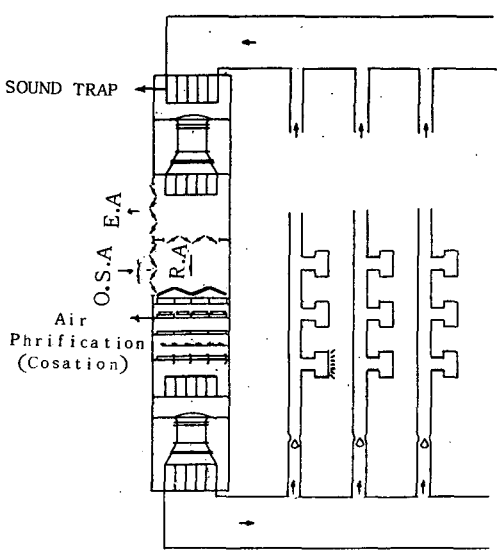
1) C.A.V.(Constant Air Volume) System



2) V.A.V.(Variable Air Volume) System



3) 중앙일보 V.A.V. System 예 (Uni Housing 사용)



* 正會員, 범양냉방공업 (주)

나. 빌드 업 유니트의 제조면의 특징

AIR HANDLING UNIT에 유니-하우징의 이용;

최근 대형건물의 공조System은 VAV (Variable Air Volume)방식의 채용이 증가하고 있다. 이 VAV방식을 채용하게 되면 각종제어의 공조방식보다 운전경비가 1/2정도인 중앙집중식 공조방식이 추천되고 있으며 이에 따라 A.H.U가 대형화하고 있다.

현재 국내에서 제작하고 A.H.U의 대부분은 공장조립형으로 건축현장에서는 설치만 하고 있다. 이 제작방법은 반입 및 운반에 있어 소형 컴팩트 하여야 하므로 서어비스면과 진동, 소음 유니트 자체의 열손실등 많은 단점을 지니고 있다. 또한 제작처에서는 A.H.U 크기의 다양함으로 인하여 제작에 있어서도 영세성을 면하지 못하고 있다.

이러한 단점에서 고려된 것이 현장조립형인 유니-하우징 패널의 형태의 A.H.U이다. 이 형태의 A.H.U는 건축설비뿐만 아니라 대형 산업용 공조분야에서도 적용될 수 있다.

다. 유니-하우징 (UNI-HOUSING)의 특징

유니-하우징의 특징은 다음과 같다.

1) 제작, 운반 및 설치가 용이하다.

유니-하우징용 패널은 로울 성형으로 제작되어 제작시간이 단축되고 그 무게가 가볍기 때문에 운반 및 설치가 용이하다. A.H.U의 부품인 팬 코일류 등도 개별품으로 반입되어 설치할 수 있다.

2) 조립이 간단하고 견고하다.

패널 자체 특별한 구조로 개개의 조립이 신속하고 쉬우며 조립부위는 견고하게 밀착하여 공기의 누설이 적다.

3) A.H.U의 크기를 임의대로 다양화 할 수 있고 경제적이다.

패널의 크기를 요구하는 대로 절단하고 조립할 수 있어 설치현장여건에 맞추어 다양하게 변화시킬 수 있으며 또한 패널 자체의 주어진 강도내에서는 별개의 부수적인 서포오트가 필요없고 현 국내에서 제작하는 A.H.U와 같이 용접부위가 많지 않아 제작 및 설치시간을 절약할 수 있다.

4) A.H.U설계에 요하는 시간이 적다.

패널의 강도와 흡음효과가 기본적인 데이터로 표현이 되어 있기 때문에 기존의 A.H.U 하우징의 두께라던가, 보강 서포오트의 특별한 설계계산이 필요 없으므로 설계에 있어서 신속하고 확실성을 갖고 있다.

5) 방진, 흡음 및 단열효과가 높다.

팬의 진동이 하우징에 전달되지 않는 구조로 설치되며 하우징 내부에는 단열흡음재가 효과가 높은 구조로 접합되고 조립된다.

6) 건물 외부에 설치도 가능하다.

일정한 공간을 요하지 않고 A.H.U 천정위에 가볍고 간단한 루우핑으로 건물 외부에도 설치가 가능하다.

라. 유니-하우징의 구조적 음향학적 설계

다음은 범양냉방에서 제작하고 있는 유니하우징 패널이 구조적, 음향학적 설계 데이터에 대하여 설명하기로 한다.

1) 구조적 설계

(1) 패널 강도

범양 Acoustical Panel의 강도는 자체적으로 고유한 값을 지니고 있다. 부가적인 안전계수는 로울 성형된 부재와 접합부위로써 감안되므로구조설계계산에서는 고려하지 않는다.

(2) 하중의 분석

A) 실내설치의 경우 : 실내에 공조기를 설치함에 있어 2가지 구조적 설계요소에 대하여

주의하여야 한다.

(a) 구조재에 단열재나 흡음재를 합한 하중 (Dead Load , 표 1 참조)

(b) 팬 토출측과 흡음측의 (+) 또는 (−)압력에 의한 하중 토출흡입 양쪽의 Plenum은 댐퍼 사용시 댐퍼가 전부가 닫힐것을 고려하여 팬 선정시 사용한 전정압과 똑같은 압력을 견딜 수 있어야 한다 (Live Load, 표 2 참조)

B) 실외설치의 경우 : 실외에 공조기를 설치함에 있어서는 실내에 설치한 경우에 바람과 눈의 영향을 고려한다.

(3) 구조설계순서

A) 표준 Plenum : 보통의 크기와 정압의 plenum은 부수적인 구조강 없이 자체적으로 지지된다. 대부분의 Plenum들은 플랜지 뒤틀림을 방지하기 위하여 처짐, 최대허용강도 및 최대하중에 기초를 둔 여러가지 길이에 대한 허용 패널 강도를 나타낸 표 3 을 사용한 예와 같이 설계한다.

표 1 . Dead Load of Panels

kg/m²

Panel only (steel)	Thermal/ Acoustical Insulation	Roofing (Approx.)
12.2	0.98	0.98

표 2 . Live Load

kg/m²

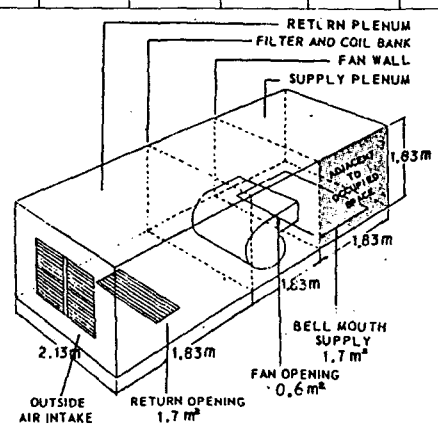
Wind (m/s)	0.45	0.9	1.35	1.8	2.25	2.7	3.6	4.5
Wall Load (kg/m²)	2.0	7.8	17.6	31.2	48.8	70.2	124.8	195.0
Roof Lift (kg/m²)	3.4	13.2	29.7	53.1	82.9	119.5	212.1	331.6
Static Pressure (mm Aq)	25	50	75	100	125	150	200	250
Load (kg/m²)	25.3	50.4	75.7	100.9	126.1	151.3	201.8	252.2
Snow Load	지방 법규에 의함							

표 3 . Allowable Span Length(L)

Panel Loading Including Dead Load										
Load (kg/m²)	24.4	48.8	73.1	97.5	121.9	146.3	170.7	195.0	219.4	243.8
Length (m)	4.54	3.63	3.20	2.90	2.71	2.56	2.44	2.35	2.26	2.19

(4) 구조설계의 예

조건 : Outdoor Plenum, Steel, 566.3C mm, 100 mmAq Total Static Pressure, 97.5 kg/m² Snow Load, 2.25 m/s Wind Load



* Return Plenum :

Roof : 2.13 m	Span		
	Pannel	12.2	kg/m²
	Insulation	0.98	kg/m²
	Roofing	0.98	kg/m²
Negative	Static	100.9	kg/m²
	Snow Load	97.5	kg/m²
	Total	212.56	kg/m² (Worst Case) (표3 참조)
	Wind Load	(82.9)	kg/m²
	Total	(82.9)	kg/m²
Walls : 1.83 m	Span		
	Pannel	———	
	Insulation	———	
Negative	Static	100.9	kg/m²
	Wind	48.8	kg/m²
	Total	149.7	kg/m² (표3 참조)

* Supply Plenum :

Roof : 2.13 m	Span		
	Pannel	12.2	kg/m²
	Insulation	0.98	kg/m²
	Roofing	0.98	kg/m²
	Snow Load	97.5	kg/m²
	Total	111.66	kg/m²
	Wind Load	82.9	kg/m² Negative
Positive	Static	100.9	kg/m² Negative
	Total	183.8	kg/m² (Worst Case) (표3 참조)
Walls : 1.83 m	Span		
	Panel	———	
	Insulation	———	
	Wind Load	48.8	kg/m²
	Total	48.8	kg/m²
Positive	Static	100.9	kg/m² Negative
	Total	100.9	kg/m² Negative (Worst Case) (표3 참조)

* 구조적으로 보강이 필요한 Plenum

Plenum의 크기가 크거나 정압, 외부바람의 속도, 눈 또는 다른 하중의 요인에 의하여 하중이 초과할 경우 구조에 보강재가 필요한 경우가 있으며 이 경우의 보강에 대한 설계는 일반적으로 계산하는 경우와 같다. 표 4는 범양의 Acoustical panel의 구조적 특성을 나타낸 것이다.

표 4. Structural Characteristics

Moment of Inertia (cm^4)	Section Modulus (cm^3)	Radius of Gyration (cm)	Distance To Centroid from face (cm)
7.91	2.79	1.55	1.07

2) 음향학적 설계

(1) 서 론

공기조화 시스템에 대한 음향학적 분석을 하기 위하여는 다음 네가지 과정에 대한 음압전달에 주의를 기울여야 한다.

A) 급기 덕트 시스템

B) 환기 덕트 시스템

C) 직접적으로 plenum벽을 통한 소음

D) fan 벽을 통하여 가까운 공간에 전달되는 소음. 여기에서는 이러한 4가지 과정중 각 부분에 있어서의 공조 plenum의 효과를 취급하고 대부분의 적용상에 대한 충분히 가까운 3dB 이내로 plenum의 효과를 예상하도록 하는 신속한 방법을 제공하고 있다.

(2) 개 념

plenum으로 들어가는 음압은 배출시키거나 흡수되어야 한다. plenum표면을 두드리거나 opening으로 배출되는 음압의 총량은 표면의 크기나 plenum내에서 등가소음 흡수면적(Equivalent Noise Absorption Area)으로 비교되는 opening에 따라 달라진다.

(3) 설계순서

원심식 팬을 사용하는 공조분야나 고주파가 발생하는 모든 곳에서는 필연적으로 third octave band의 분석이 따른다. 그러나 다음의 설계순서는 어떤 주파수의 소음분석에 대하여도 적용될 수 있다.

A) plenum배치로부터 음이 옮겨가는 각기 plenum요소안의 다른 표면의 면적을 산출한다.

개방된 호울을 포함한 모든 표면에 대하여 이것을 시행한다.

B) 표 5로부터 각기 표면에 대한 적절한 흡수계수를 결정하고 그것에 그 표면의 면적을 곱한다. 이렇게 하여 전 표면에 대하여 합한것이 등가소음 흡수면적이다.

표 5. Approximate Absorption Coefficients of Typical Plenum Walls

Octave Bands	2	3	4	5	6	7
Steel Concrete	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
40 mm Acoustical Panel	0.2	0.6	0.9	1.1	1.2	1.2
Acoustical Panel with Added Noise Treatment	0.5	0.9	1.1	1.1	1.0	0.9
Hole	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

C) 소음이 전달되는 표면의 면적과 B)에 의하여 구해진 등가 소음 흡수면적에 대한 이들 면적과의 비를 결정한다.

표 6으로 부터 각각의 면적비에 일치하는 dB의 음압 레벨값을 결정한다.

이 변화값은 plenum벽 또는 덕트 오프닝의

요소를 통하여 Plenum을 떠나는 음압 레벨을 진다.
결정할 때 팬 음압 레벨에 대수적으로 더해

표 6 . AREA RATIO EFFECT

EXIT AREA / Equivalent Noise Absorption Area	2	1.5	1.2	1	.8	.5	.3	.2	.1	.06	.03	.01
Sound Power Level Change	+3	+2	+1	0	−1	−3	−5	−7	+10	−12	−15	−20

D) 앞에서 결정된 음압 레벨은 표 7에 표시된 항에 의해서 변화한다.

표 7 . Other Effects

Item	Sound Power Level Change (dB)
Open Hole	0 dB
Coil	−2 dB
Filter	−2 dB
Transmission Through Plenum Wall	(참조 표 8)

Plenum 밖으로 나가는 음압이 너무 높다면 범양 Acousti-cell in duct sound absorber 를 설치한다.

표 8 . Typical Walls Transmission Losses

Octave Bands	2	3	4	5	6	7
Standards BUMYANG Panel	17	22	25	36	41	43

(4) 설계계산의 예

설계 계산 조건 :

Fan in 40 ㎜ Acoustical Panel plenum on concrete floor producing 100 dB sound power in third octave band.

Determine to within + 3 dB :

Sound Power into Supply Duct

Sound Power into Return Duct

Sound Power through Wall into Occupied Space

Sound Power into Supply Duct :

Step 1 : Supply Plenum

Floor (2.13 m × 1.83 m)	3.9 m²
-Supply Opening	1.7 m²
Net Floor	2.2 m²
Walls	14.5 m²
-Fan Opening	0.6 m²
Net Walls	13.9 m²
Roof =	3.9 m²

Step 2 : Equivalent Noise Absorbing Area (표 5)

$= 2.2 \times .1 + 1.7 + 13.9 \times .6 + .6 \times 1 + 3.9 \times .6 = 13.2\ m^2$

Step 3 : Area Ratio Effect (표 6)

Supply Opening ÷

Equivalent Noise Absorbing Area $= \frac{1.7}{13.2}$

$= .13 \cdots -9$ dB

Step 4 : Other Effects (표 7)

Open Hole 0 dB

Step 5 : Sound Power into Supply Duct

$= 100 - 9 = 91$ dB

Sound Power into Return Duct :

Step 1 : Return Plenum Areas

Floor	7.8 m²
-Return Opening	1.7 m²
Net Floor	6.1 m²
Walls	21.2 m²
-Fan Opening	0.6 m²
-Outside air opening (dampers closed-assume not absorbing)	1.7 m²
-Fan side fan Wall	3.3 m²
Net Walls	15.6 m²
Roof	7.8 m²

Step 2 : Equivalent Noise Absorbing Area

$= 6.1 \times .1 + 1.7 \times 1 + 15.6 \times .6 + .6 \times 1 + 0.85 \times 1 + 0.85 \times .1 + 3.3 \times .1 + 7.8 \times .6$

$= 18.1$ m²

Step 3 : Area Ratio Effect (표 6)

Return Opening ÷

Equivalent Noise Absorbing Area =

$\frac{1.7}{18.1} = .09 \cdots -10$ dB

Step 4 : Other Effects (표 7)

Coil Attenuation − 2 dB

Filter Attenuation − 2 dB

Step 5 : Sound Power Into Return Duct

$= 100 - 10 - 2 - 2 = 86$ dB

Sound Power Through Supply Plenum Wall into Occupied Space :

Step 1 : Supply Plenum Areas

See Supply Ducs Step 1 Above :

Net Floor 2.2 m² Net Walls 13.9 m²

Supply Opening 1.7 m²

Fan Opening 0.6 m² Roof 3.9 m²

Step 2 : Equivalent Noise Absorbing Area

See Supply Duct Step 2 Above :

Equivalent Noise Absorbing Area 13.2 m²

Step 3 : Area Ratio Effect (표 2)

Exposed Plenum Wall Area ÷

Equivalent Noise Absorbing Area

$= \frac{15.6}{13.2} = 1.2 \cdots +1$ dB

Step 4 : Other Effects (표 7과 8)

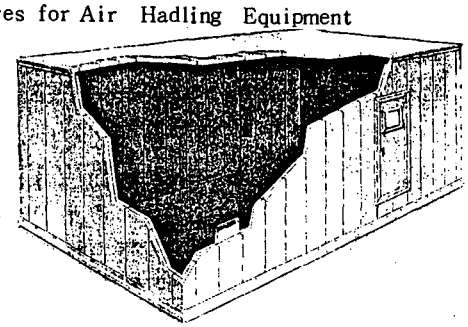
Transmission Loss of Wall (표 8)

− 22 dB

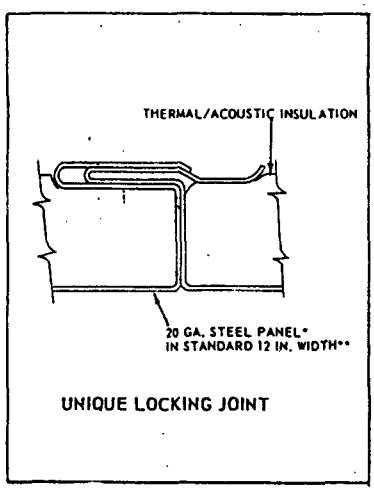
Step 5 : Sound Power through Wall into Occupied Space $= 100 + 1 - 22 = 79$ dB

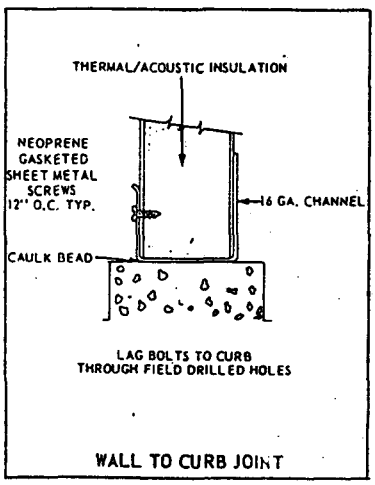
마. CONSTRUCTION DETAILS

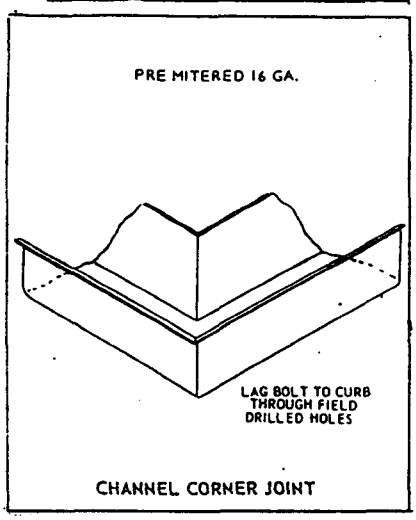
Modular Panel Enclosures for Air Hadling Equipment

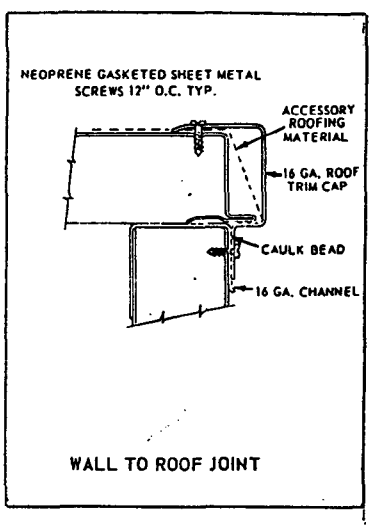


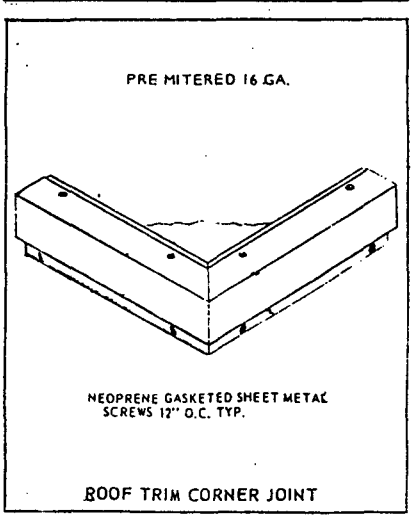
Cutaway Acoustical Panel Structure Installed on Field Supplied Base Structural Steel

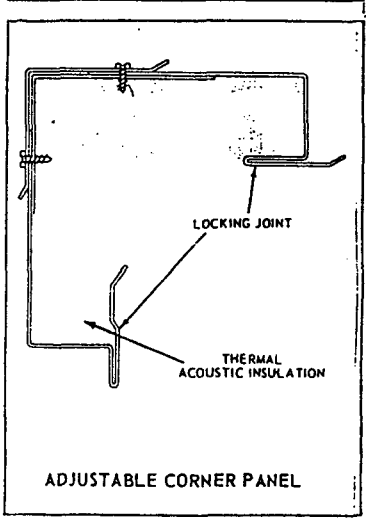


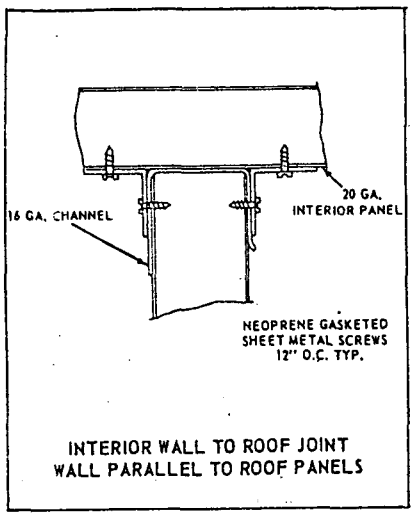




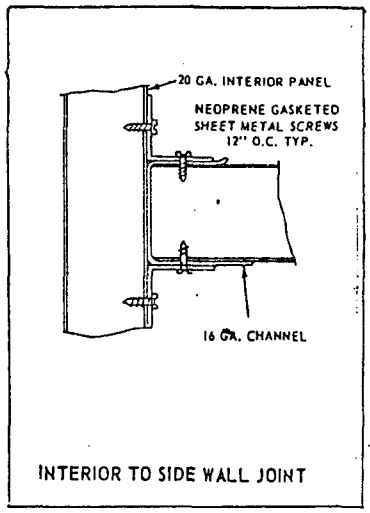




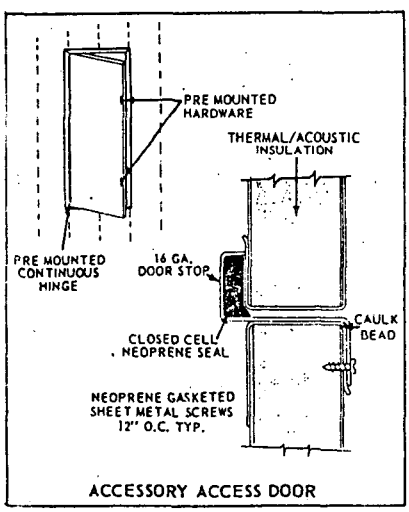




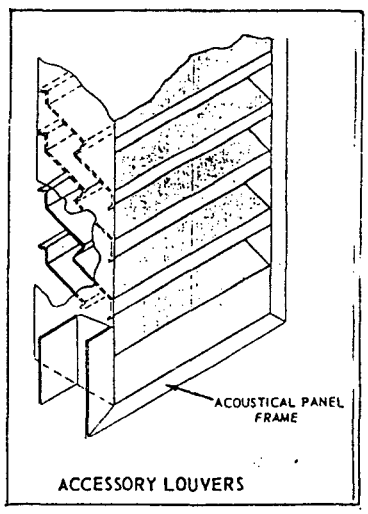
INTERIOR WALL TO ROOF JOINT
WALL PARALLEL TO ROOF PANELS



INTERIOR TO SIDE WALL JOINT



ACCESSORY ACCESS DOOR



ACCESSORY LOUVERS