

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

東京電力ホールディングス株式会社
資料番号：KK7-49 改2
資料提出日：2020年7月16日

中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の弁ふたの厚さ評価について

1. 概要

本資料は、中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の弁ふたの厚さに係る評価方針について説明するものである。

2. 弁ふたの厚さ評価方法及び評価結果について

設計・建設規格 VVC-3210 で規定される弁箱又は弁ふたの計算上必要な厚さの評価方法を参考資料-1 に、評価に用いる設計・建設規格別表 1-1 及び別表 3 をそれぞれ参考資料-2, 3 に示す。

中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の最高使用温度は 40℃、最高使用圧力は 0.00108MPa であり、VVC-3210 に従い弁箱又は弁ふたの評価を行う場合、最高使用温度における別表 1-1 に規定する許容圧力の欄に掲げる許容圧力以下となることから、弁箱又は弁ふたの計算上必要な厚さ t は、設計・建設規格 別表 3 の呼び圧力 (1.03MPa) の欄のうち当該弁の弁入口流路内径 250mm に対応する値となる。

中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の弁箱又は弁ふたの厚さに係る評価結果を表 2-1 に示す。弁ふたの計算上必要な厚さ t に対し、弁ふたの最小厚さ t_{af} であり、評価上満足しないことがわかる。

表 2-1 U41-DAM602A, B の弁箱又は弁ふたの厚さに係る評価結果

		設計・建設規格	告示第 501 号
設計条件			
最高使用圧力 P (MPa)	0.00108		
最高使用温度 T_m (°C)	40		
弁箱又は弁ふたの厚さ			
弁箱材料	<input type="text"/>		
弁ふた材料			
P_1 (MPa)			
P_2 (MPa)			
d_m (mm)			
t_1 (mm)			
t_2 (mm)			
t (mm)			
t_{ab} (mm)			
t_{af} (mm)			
評価：弁箱の厚さ $t_{ab} \geq t$ 十分である。 弁ふたの厚さ $t_{af} \leq t$ 評価NG			

3. 最高使用圧力の値を考慮した場合の評価

中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁ふたの厚さは評価上満足しない結果となった。しかし、当該設備は既存設備で且つ条件アップもないことから、実力的に必要な強度を有することは自明である。

評価上満足しない結果となった要因のひとつとして、最高使用圧力の値が影響したものと考えられる。設計・建設規格 VVC-3210 の評価は、最高使用圧力が最高使用温度における別表 1-1 に規定する許容圧力以下となる場合、別表 3 の呼び圧力 (1.03MPa) の欄から算出することになる。中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) では、別表 1-1 に規定する 40°C における許容圧力は 1.97MPa であり、これに対する最高使用圧力は 0.00108MPa と非常に低い値であることから保守的な評価になったものと考えられる。

参考までに別紙-1 にて別表 1-1 及び別表 3 の外挿した評価を実施した。計算上必要な厚さは となり評価上満足する結果となる。

4. 弁ふたの厚さに係る評価方針の検討

設計・建設規格 VVC-3210 の弁箱及び弁ふたの計算上必要な厚さは VVB-3210 と同じ計算式で規定される。また、解説 VVB-3210 では最小肉厚は ASME (American Society of Mechanical Engineers) B&PV Code Section III NB(1998) (以下「ASME B&PV」という。) に従った旨が記載されている (参考資料-1 参照)。

ASME B&PV では ANSI (American National Standards Institute) B16.34(1998) (以下「ANSI B16.34」という。) の圧力レーティング表を用いて設計・建設規格で規定される評価手法と同様の手法が定められている。(参考資料-4 参照)

ANSI B16.34 では、設計・建設規格で規定される評価手法と同様の手法が規定されているほか、特殊なケースについての評価手法が定められている。そのうちのひとつにバタフライ弁のようなネック部内径が弁入口流路内径の 1/4 以下の場合、ネック部およびネック部より外側の部位の評価について、ネック部内径を弁入口流路内径として読み替えて厚さを算出することも可能であると規定されている (参考資料-5 参照)。

設計・建設規格において弁の最小厚さを求める基礎式は、以下に記載する薄肉円筒容器の計算式を用いている。

$$t=P \cdot d / (2S-1.2P)$$

P : 内圧

d : 内径

本計算式より、必要な最小厚さを正確に算出するためには評価部位の内圧及び内径に応じた値を用いる必要があることがわかる。しかし、多種多様な弁の用途・構造毎に最適な弁を設計することは非効率であることから、設計・建設規格では圧力温度基準弁方法の考え方を採用し、内径については一様に弁入口流路内径を用いた評価方法を採用している。

ANSI B16.34 においても同様に圧力温度基準弁方法の考え方を採用しており、内圧により発生する応力は、基礎式に示すとおり内径が大きくなると必要な板厚も大きくなる。このため、バタフライ弁のネック部のような当該部位の内径と弁入口流路内径の差が大きい場合 (ANSI では、その比が 1/4 以下) には、内径及び圧力に対する必要な板厚を過度に保守的に見込むことになるこ

とから、特殊なケースとして評価箇所の内径を考慮した評価方法を設定したものと推測される。

中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁の構造を図 4-1 に示す。

中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁の構造は弁ふたと弁箱の間がネック部と同じ形状となっており、ネック部内径と弁入口流路内径の比は \square であることから ANSI B16.34 を参考にネック部内径を弁入口流路内径として読み替えて弁ふたの厚さを算出することも技術的に問題ないと判断できる。

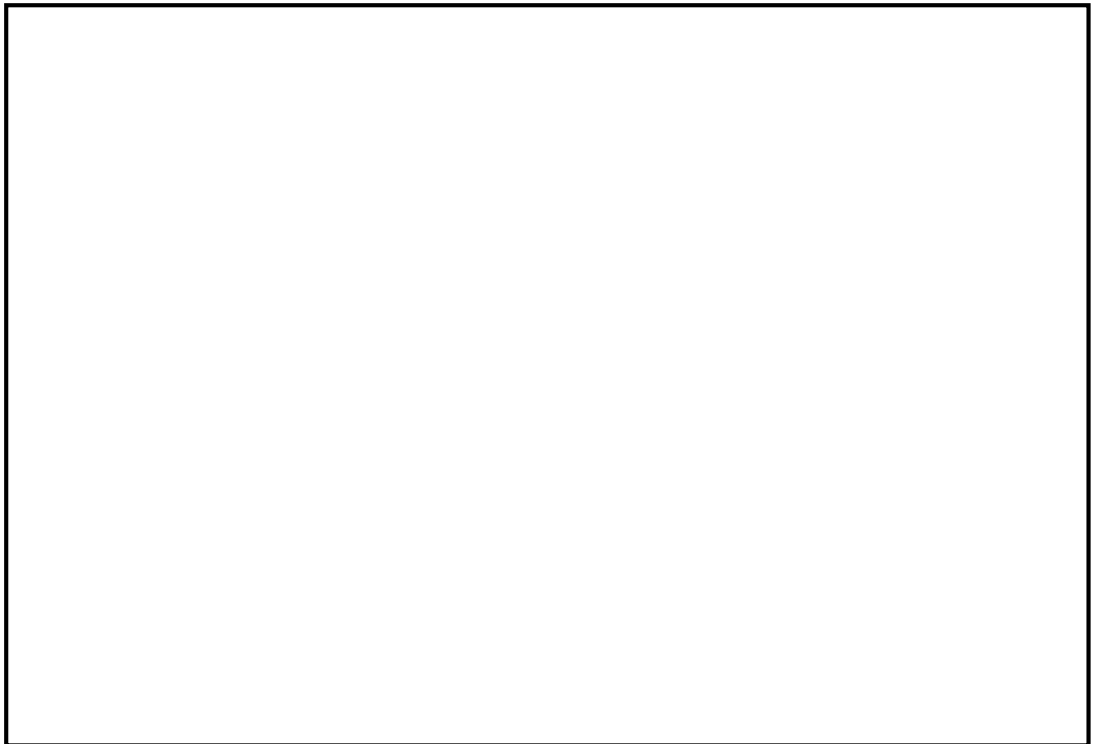


図 4-1 中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) 構造図

5. 弁ふたの応力評価

弁ふたの厚さ評価に係る妥当性確認の補足として、参考までに弁ふたの応力評価を実施する。応力評価は弁の最小厚さを求める基礎式である薄肉円筒容器の計算式及び弁ふたの形状を考慮した平板の計算式を用いた手計算による簡易評価とする。

・評価条件

P : 内圧 0.00108 [MPa]

d : 内径 (ネック部内径を使用) 40 [mm]

K : 平板の取り付け方法による係数 (その他の場合の係数を使用) 0.50

【薄肉円筒容器の計算式を用いた応力評価】

$t = P \cdot d / (2S - 1.2P)$ $S = 0.6P + P \cdot d / 2t = 0.00335$ [MPa]

【平板の計算式を用いた応力評価】

$t = d \cdot (KP/S)^{1/2}$ $S = d^2 \cdot K \cdot P / t^2 = 0.0135$ [MPa]

弁ふたは材料 SS400 の最高使用温度 40℃であり、許容引張応力は設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 から読み取ると 100MPa となる。本結果より応力評価上問題ないことがわかる。

6. 結論

中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の弁ふたの評価を行う場合は設計・建設規格による評価を基本として弁入口流路内径をネック部内径に読み替えた方法で評価を行う。

また、本方針に基づく中央制御室換気空調系ダンパ（U41-DAM602A, B）の弁箱又は弁ふたの厚さに係る評価結果を表 5-1 に示す。

表 6-1 U41-DAM602A, B の弁箱又は弁ふたの厚さに係る評価結果(ネック部内径に読み替え版)

		設計・ 建設規格	告示 第 5 0 1 号		
設計条件					
最高使用圧力 P (MPa)		0.00108			
最高使用温度 T _m (°C)		40			
弁箱の厚さ					
弁箱材料					
P ₁	(MPa)				
P ₂	(MPa)				
d _m	(mm)				
t ₁	(mm)				
t ₂	(mm)				
t	(mm)				
t _{a b}	(mm)				
弁ふたの厚さ					
弁ふた材料					
P ₁	(MPa)				
P ₂	(MPa)				
d _m [*]	(mm)				
t ₁	(mm)				
t ₂	(mm)				
t	(mm)				
t _{a f}	(mm)				
評価：弁箱の厚さ $t_{a b} \geq t$ 十分である。 弁ふたの厚さ $t_{a f} \geq t$ 十分である。					

※ 弁入口流路内径 d_mの値はネック部の内径とする。

7. 参考資料

参考資料-1 設計・建設規格 VVC-3210 設計・建設規格 解説 VVB-3210 抜粋

参考資料-2 設計・建設規格 別表 1-1 抜粋

参考資料-3 設計・建設規格 別表 3 抜粋

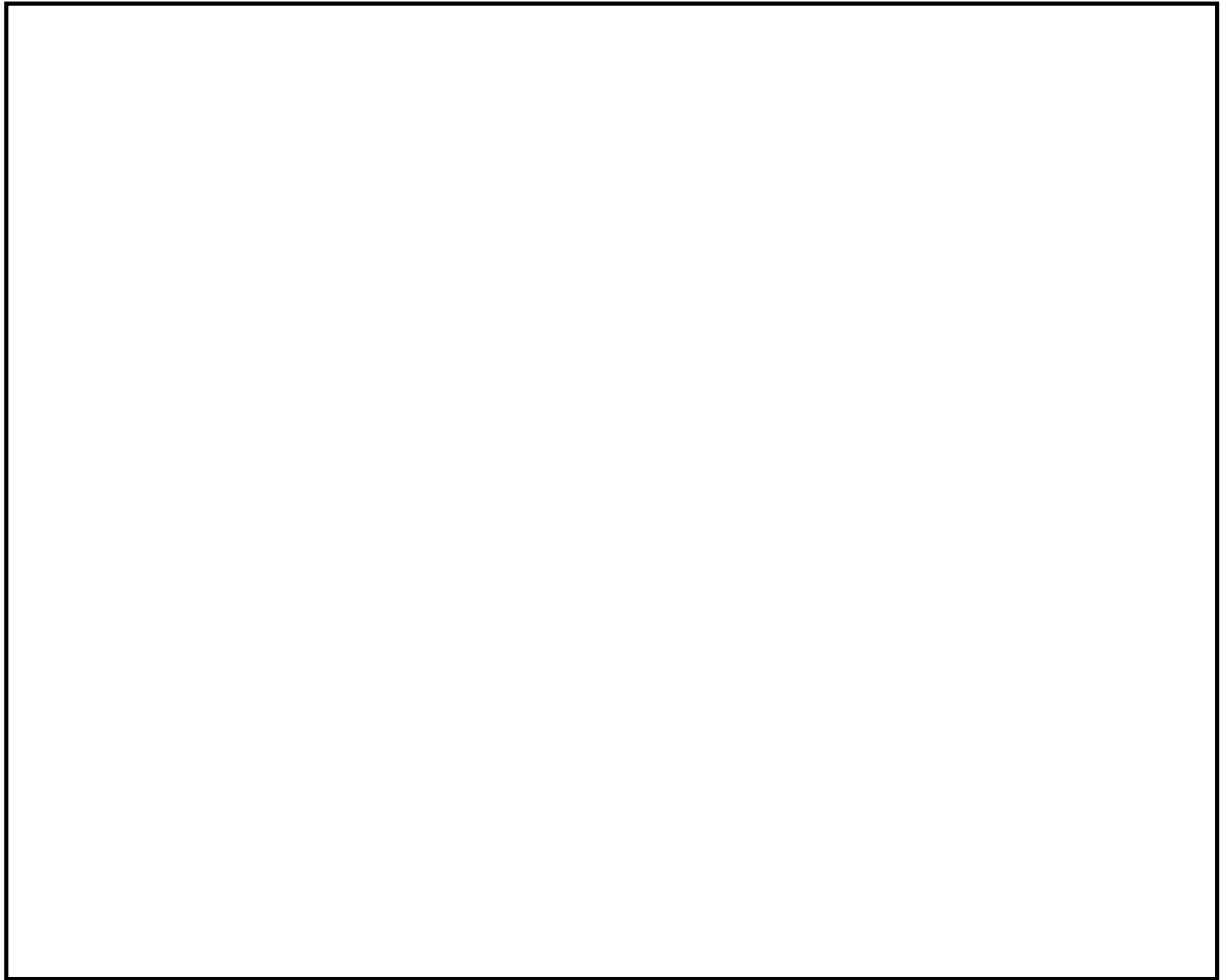
参考資料-4 ASME B&PVC 抜粋

参考資料-5 ANSI B16.34 6.1.3 抜粋

8. 別紙

別紙-1 U41-DAM602A, B の別表 1-1 及び別表 3 の外挿版による弁ふたの厚さ評価

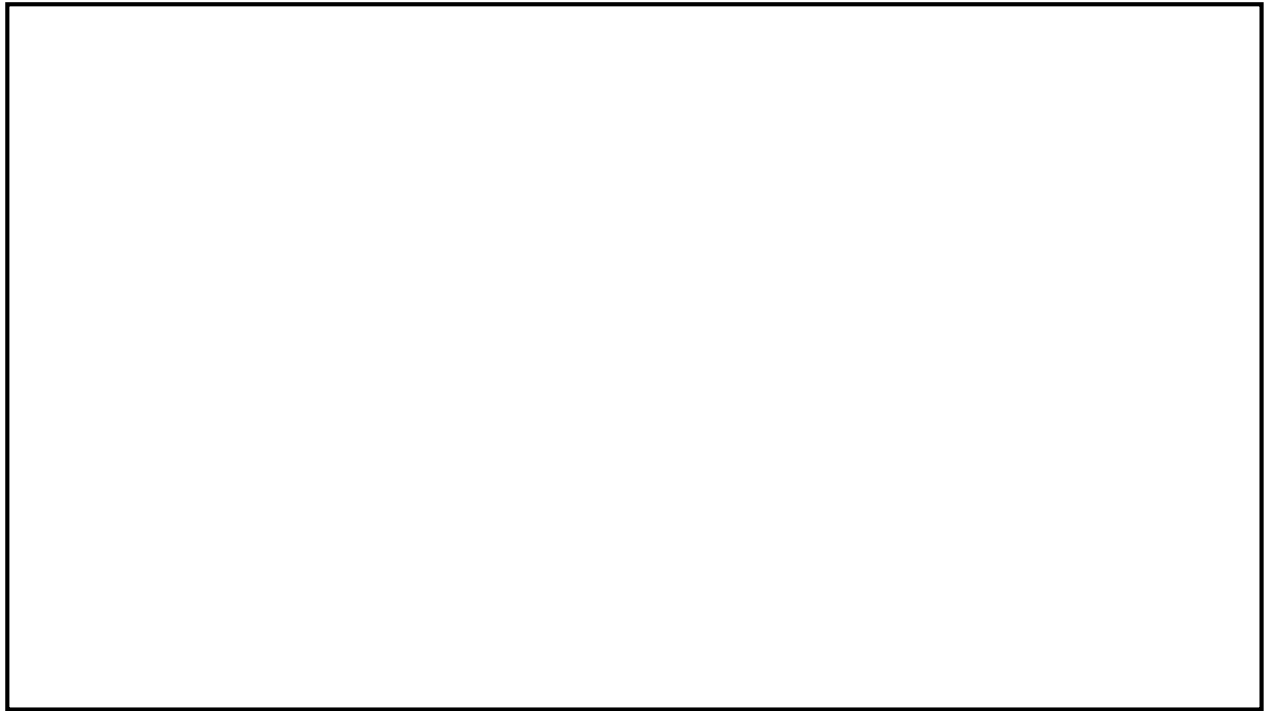
設計・建設規格 VVC-3210 抜粋



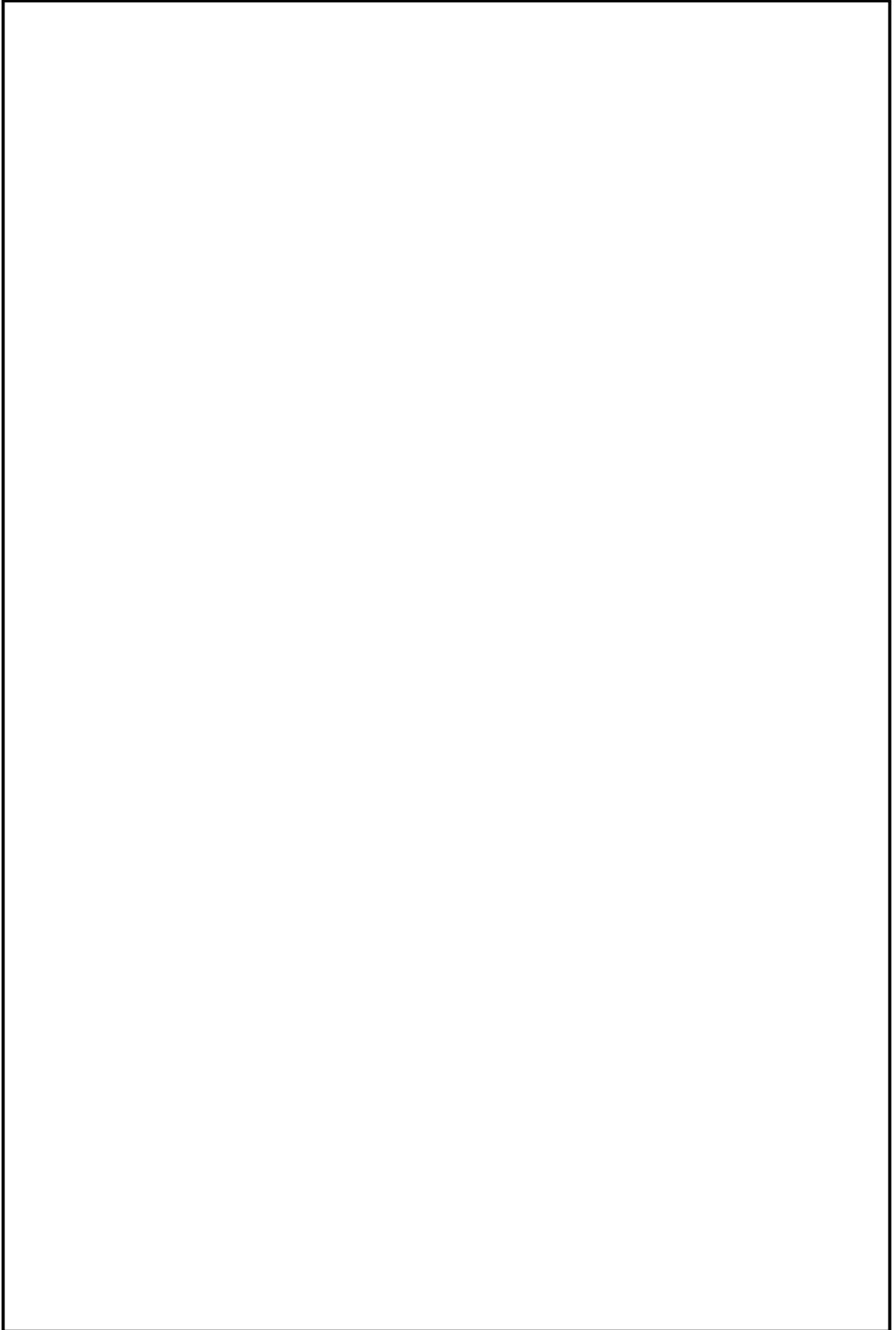
設計・建設規格 解説 VVB-3210 抜粋



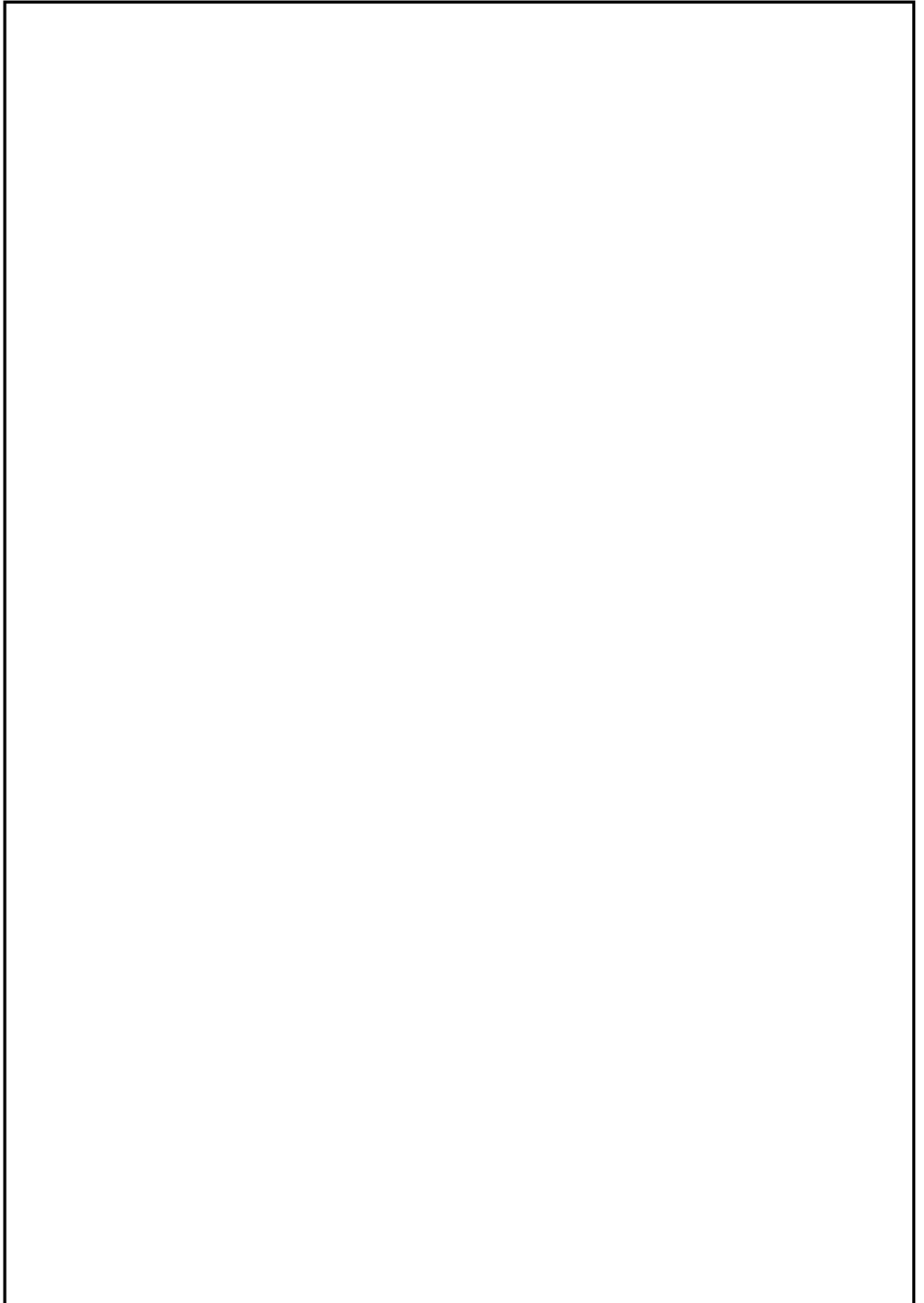
設計・建設規格 別表 1-1 抜粋



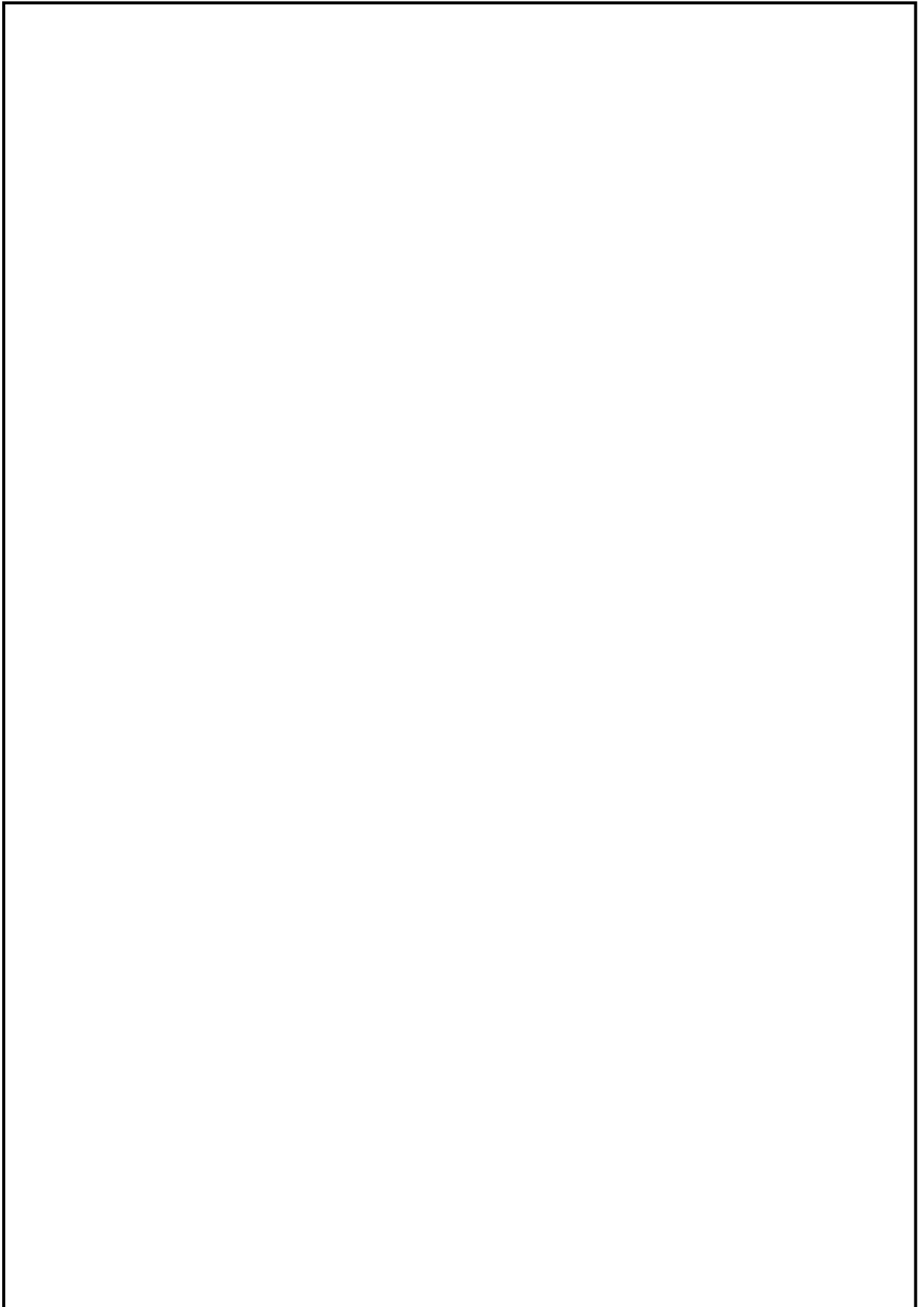
設計・建設規格 別表 3 抜粋

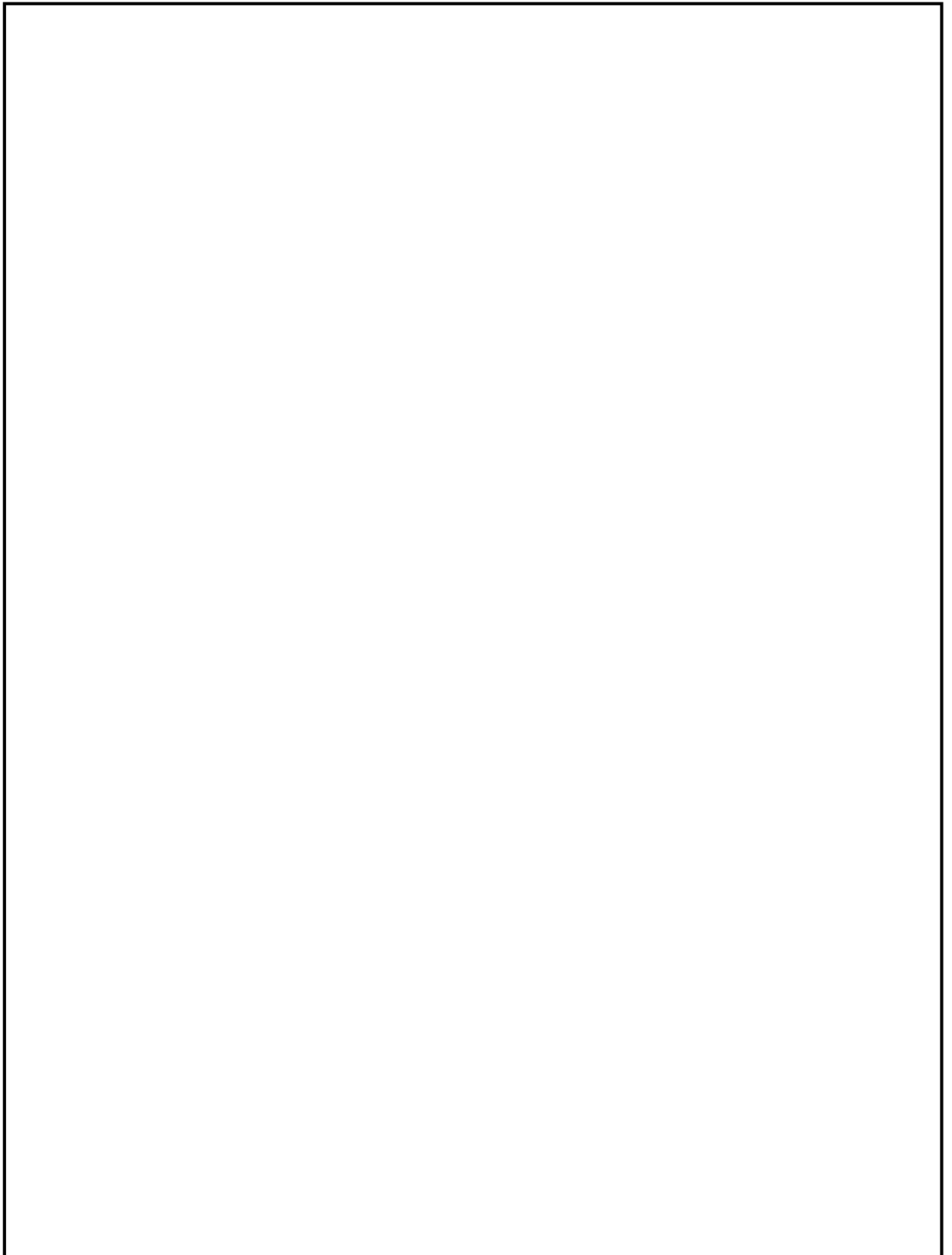


ASME B&PVC 拔粹



ANSI B16.34 6.1.3 拔粹





U41-DAM602A, B の別表 1-1 及び別表 3 の外挿版による弁ふたの厚さ評価

1. 概要

本資料は、中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁ふたの厚さを評価の参考資料として、設計・建設規格 VVC-3210 の評価方法で別表 1-1 及び別表 3 を外挿した場合の弁ふたの厚さを評価したものである。

2. 別表 1-1 及び別表 3 の外挿について

別表 1-1 及び別表 3 は設計・建設規格解説 VVB-3100(参考-1 参照)の考え方で作成されており。別表 1-1 は解説 VVB-3 式を別表 3 は解説 VVB-2 式を基に外挿を実施した。その結果を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 別表 1-1 弁またはフランジの許容圧力 (外挿版)

--

表 2-2 別表 3 鋼鉄製弁の最小厚さ (外挿版)

--

3. 中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁ふたの厚さ評価について
中央制御室換気空調系ダンパ (U41-DAM602A, B) の弁ふたの厚さについて、表 2-1 及び表 2-2 を用いて評価を行う。

最高使用圧力 P : 0.00108MPa

最高使用温度 T_m : 40°C

弁入口流路内径 d_m : 250

表 2-1, 表 2-2 及び上記条件より

P_1 : 0.00093MPa

P_2 : 1.97MPa

t_1 : 5.1mm

t_2 : 8.6mm

弁箱 (ネック部を除く。) 又は弁ふたの計算上必要な厚さは設計・建設規格VVC-3210より

$$t = t_1 + \frac{(P - P_1) \cdot (t_2 - t_1)}{(P_2 - P_1)} = 5.10026 = 5.1\text{mm}$$

弁ふたの最小厚さ t_{af} は 8.0mm であり、評価上満足する結果となる。

4. 参考

参考-1 設計・建設規格 解説 VVB-3100 抜粋

設計・建設規格 解説 VVB-3100 抜粋

