

HBSTD03



鋼板ユニット式「ハト小屋」

ハットボックス 設計ガイド

発行日：2023年11月27日

製造・販売：ワールド工業株式会社

※ 本製品は改良のため予告なく要領を変更することがあります

目 次

	ページ
1. はじめに	1
2. 組立図	1
3. 組立完成図	1
4. 付属品	
4-1 標準付属品一覧	2
4-2 付属品の使用箇所	3
5. セレクションガイド	4
6. ハットボックス使用基準	
6-1 使用可能地域	5
6-2 めっきの推定耐用年数	5
6-3 配管箱穴加工基準	5
6-4 施工条件	5
7. 強度検討方法	
7-1 主な構成部品・材質	6
7-2 積雪荷重	6
7-3 風圧力	9
7-3-1 あと施工	9
7-3-2 埋設施工	10
7-4 耐震強度	12
7-5 熱膨張による防水層への影響	12
8. 温度・結露特性	
8-1 結露量	13
8-2 断熱材の性能	14
8-3 断熱材の効果	15
8-4 HB内最高温度	16
8-5 耐火性能	16
9. 参考資料	
9-1 めっきの推定耐用年数	17
9-2 振動試験	18
9-3 蓋強度確認試験	19
9-4 引張試験	20
9-5 埋設強度試験	21
10. 注意事項	裏表紙

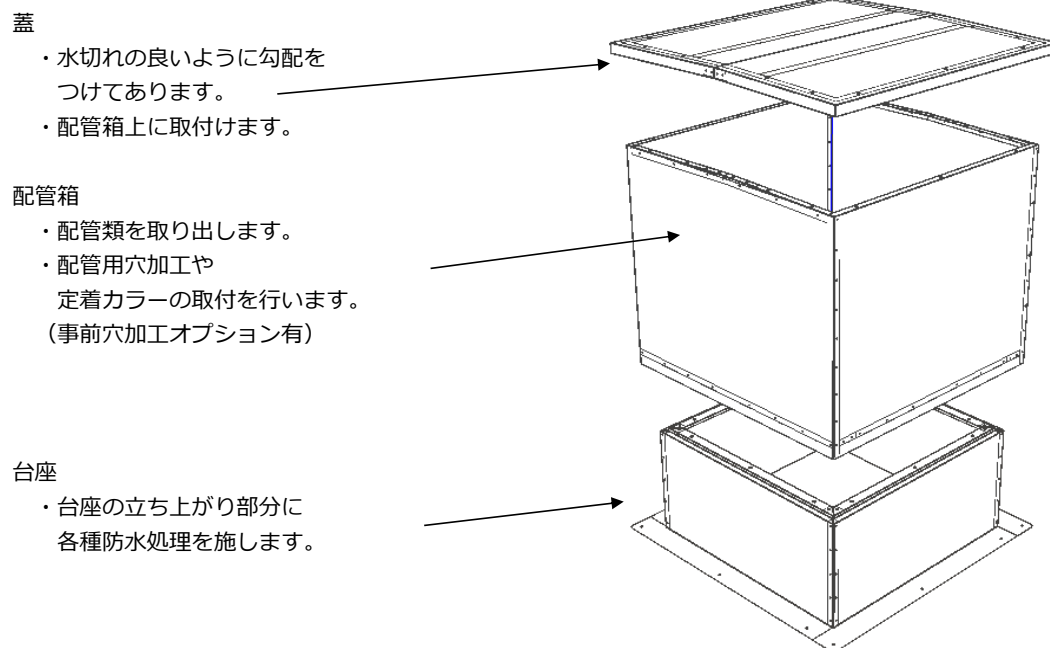
1.はじめに

「ハットボックス」は高耐食性溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板（ZAM）を使用し、ユニット化することで非常に軽量化された「ハット小屋」です。

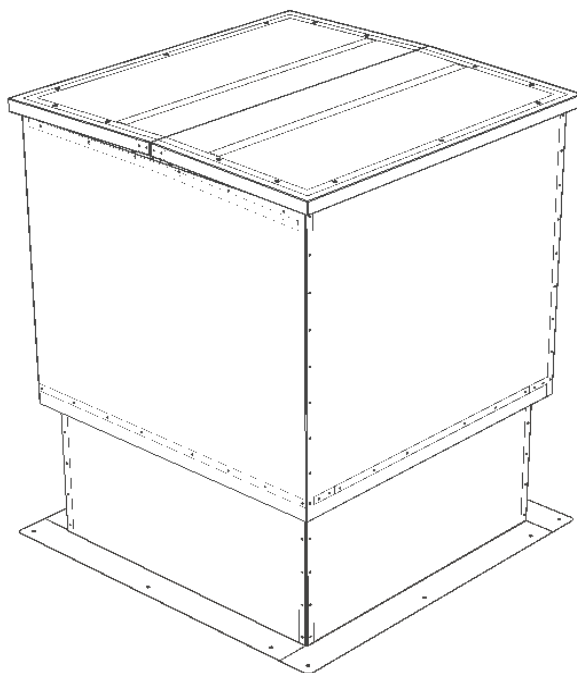
※文中「ZAM」とは日本製鉄株式会社製の高耐食めっき鋼板の登録商標です。

2.組立図

（例）HB-S1



3.組立完成図



4.付属品

4-1 標準付属品一覧

HB-SSシリーズ

		SS1H	SS2H	SS3H
	蓋取付ボルト	8	10	10
	配管箱取付ボルト	8	8	10
台 座 固 定 用	あと施工：アンカー FT-640	10	12	12
	埋設施工：レベルアンカー	4	4	4
	埋込アンカー	6	8	8
	木造：タイトハイロー	10	12	12
	高温注意ステッカー	4	4	4

HB-Q6仕様

		Q6
	蓋取付ボルト	16
	配管取付ボルト	12
台 座 固 定 用	あと施工：アンカー FT-640	16
	埋設施工：レベルアンカー	4
	埋込アンカー	12
	木造：タイトハイロー	16
	高温注意ステッカー	4

HB-Sシリーズ

		S1	S1H	S2	S2H	S2HJ(片連結)	S2HW(両連結)
	蓋取付ボルト	14	14	16	16	16	16
	配管取付ボルト	12	12	16	16	16	16
台 座 固 定 用	あと 施	12	12	16	16	15	14
	埋設施工：レベルアンカー	4	4	4	4	4	4
	埋込	8	8	12	12	11	10
	木 造：	12	12	16	16	15	14
	連結ボルト	—	—	—	—	1	2
	高温注意ステッカー	4	4	4	4	4	4

〈台座固定用あと施工アンカー仕様〉

単位：mm

品番	外径	首下長さ	頭部径	頭部高	穿孔ドリル径	穿孔深さ
FT-640	6	40	12	2	6.4	43～49

強度 対象母材 普通コンクリート 設計基準強度 F_c 21N/mm^2

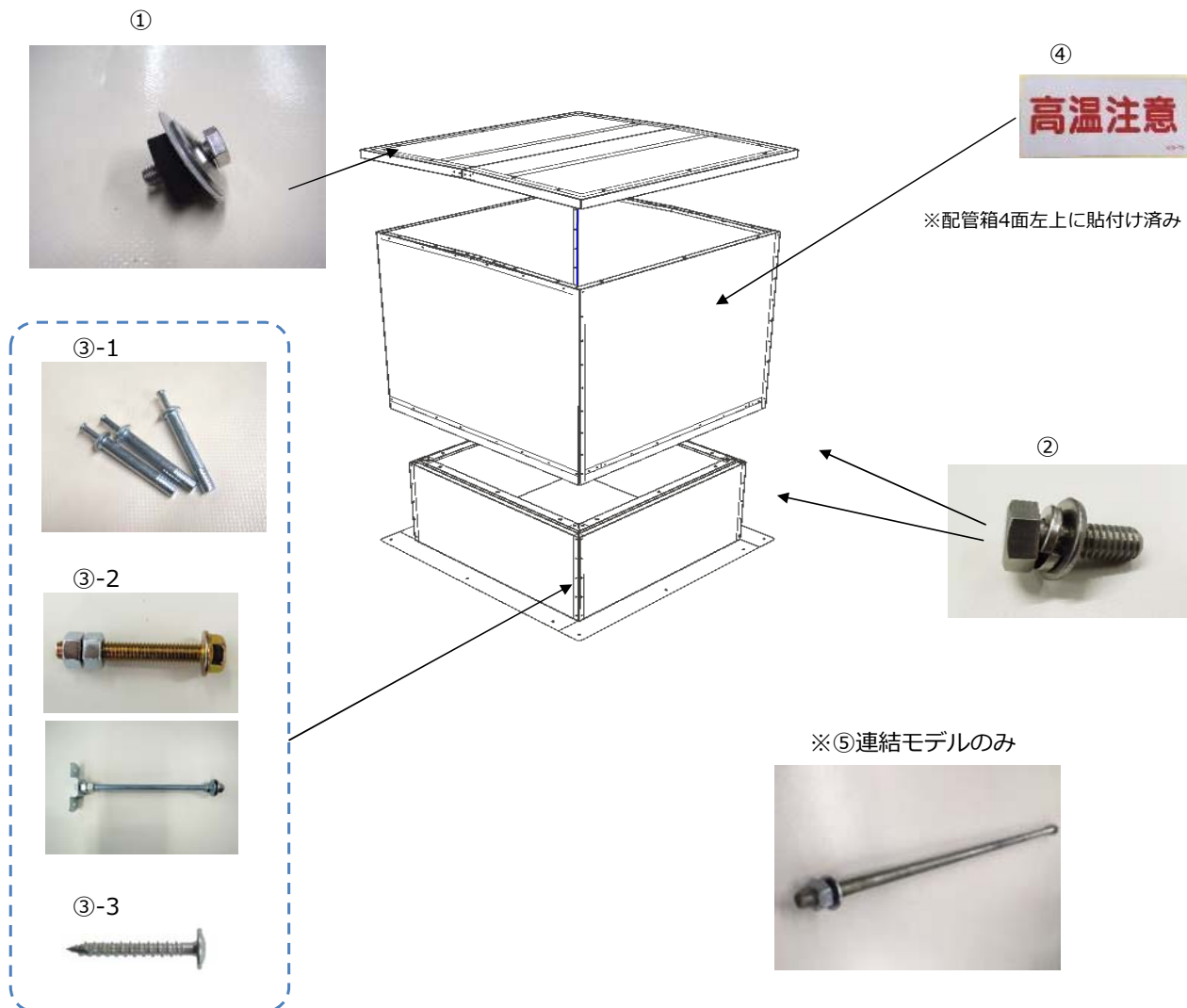
品番	長期許容引張力	短期許容引張力	長期許容せん断力	短期許容せん断力
FT-640	0.8	1.6	1.73	3.47

(1本当たり 単位 k N)

2010年版 「各種合成構造設計指針・同解説」(日本建築学会)に準拠して算出

4-2 付属品の使用箇所

(例) HB-S1



① 蓋取付ボルトセット

蓋の固定に使用します。

② 配管箱取付ボルトセット

台座と配管箱の固定に使用します。
台座にブラインドナットが固定されています。

③-1 あと施工アンカー FT-640

あと施工時に台座の固定に使用します。

③-2 埋設アンカーボルト、レベルアンカー

埋設施工時に台座の固定に使用します。

③-3 木造タイトハイロー

木造屋根設置時に台座の固定に使用します。

④ 高温注意ステッカー

配管箱4面左上に貼付け済み

⑤ 連結ボルトセット

連結モデルの台座連結に使用します。

5.セクションガイド

1. HB-SSシリーズ 配管横取り出し仕様

		HB-SS1H				HB-SS2H				HB-SS3H			
外形寸法 (mm)		W560×D560×H810				W810×D560×H810				W1110×D560×H810			
重量 (kg)		蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計
アンカー数		6	12	16	34	8	16	20	44	10	19	24	53
アンカー数		10				12				12			
1面最大穴数(参考)	φ75	2				4				6			
	φ100	1				3				4			
	φ125	1				3				4			
	φ150	1				2				3			
	φ175	1				2				3			
	φ200	1				2				3			
配管取出最大範囲		横穴 300×200 (4面)				550×200 (2面) 300×200 (2面)				550×200 (2面) 300×200 (2面)			
下地配管取出最大範囲		300×300				550×300				850×300			

2. HB-Sシリーズ 横取り出し仕様

		HB-S1				HB-S1H				HB-S2				HB-S2H			
外形寸法 (mm)		W860×D860×H1020				W860×D860×H1110				W1160×D1160×H1020				W1160×D1160×H1110			
重量 (kg)		蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計
アンカー数		11.1	32	21	64.1	11.1	32	24.5	67.6	19.4	44	29	92.4	19.4	44	33.5	96.9
アンカー数		12				12				16				16			
1面最大穴数(参考)	φ75	9				9				10				10			
	φ100	6				6				8				8			
	φ125	6				6				8				8			
	φ150	4				4				6				6			
	φ175	4				4				6				6			
	φ200	2				2				3				3			
配管取出最大範囲		横穴 600×500 (4面)				600×500 (4面)				900×500 (4面)				900×500 (4面)			
下地配管取出最大範囲		600×600				600×600				900×900				900×900			

3. HB-Sシリーズ 連結モデル 配管横取り出し仕様

		HB-S2HJ (方連結)				HB-S2HW (両連結)			
外形寸法 (mm)		W1290×D1160×H1110				W1420×D1160×H1110			
重量 (kg)		蓋	配管箱	台座	合計	蓋	配管箱	台座	合計
アンカー数		19.4	44	44.5	107.9	19.4	44	55	118.4
アンカー数		15				14			
1面最大穴数(参考)	φ75	10				10			
	φ100	8				8			
	φ125	8				8			
	φ150	6				6			
	φ175	6				6			
	φ200	3				3			
配管取出最大範囲		横穴 900×500 (4面)				900×500 (4面)			
下地配管取出最大範囲		900×900				900×900			

4. HB-Q6 下部取り出し仕様

		HB-Q6			
外形寸法 (mm)		W1240×D750×H955			
重量 (kg)		蓋	配管箱	台座	合計
アンカー数		12	33	22	67
アンカー数		16			
1面最大穴数(参考)	φ75	8			
	φ100	6			
	φ125	6			
	φ150	2			
	φ175	3			
	φ200	2			
配管取出最大範囲		下穴 128×533 (2箇所)			
配管取出最大範囲		横穴 694×410 (2面)			
下地配管取出最大範囲		695×465			

6.ハットボックス使用基準

6-1 使用可能地域

非塩害地区で下記条件を満たす地域

- ・積雪荷重による制限：
 - ・SS1H・SS2H・SS3H・S1・S1H・S2・S2H・S2HJ・S2HW：(多雪地対応モデル)
積雪の単位荷重=30N/cm/m2以下で垂直積雪量=200cm以下の区域
 - ・Q6
積雪の単位荷重=20N/cm/m2で垂直積雪量=90cm以下の区域
- ・風圧力による制限：基準風速60m/秒以下の地方、地表面粗度区分：II,III,IVの区域で建物高さ45m以下
- ・地震力による制限：制限なし

※上記地域以外に設置する場合や塩害地区に使用の場合は事前協議が必要です。

6-2 めっきの推定耐用年数

- ・めっきの推定耐用年数は、実験値を基にした計算結果により21.2年と推定します。
※製品の耐用年数の保証値ではありません。
上記の計算結果は、標準環境屋外（雨水が直接当たる場合）でZAM鋼板の暴露試験結果からめっきの腐食減量を3g/m2/年とし、「鉄骨造建築物の耐久性構造技術」（建設大臣官房技術室監修）の亜鉛めっきの標準耐用年数計算式を用い算出した結果です。

6-3 配管箱穴加工基準

- ・配管箱に貫通孔をあける場合は製品図面で指示された指定範囲内で加工してください。
- ・事前穴加工で標準定着カラーを取り付ける場合の最小中心間距離は下表となります。

	φ 75	φ 100	φ 125	φ 150	φ 175	φ 200
φ 75	155	180	180	205	205	230
φ 100		205	205	230	230	255
φ 125			205	230	230	255
φ 150				255	255	280
φ 175					255	280
φ 200						305

- ・その他、配管箱に貫通孔をあける場合の最小中心間距離ルール
貫通孔直径の1.5倍以上または貫通孔直径+50mm以上の少ない方を最小中心間距離ルールとする。
※定着カラー、フランジ等の干渉を考慮し検討してください。

6-4 施工条件

- ・弊社施工手順ガイドを参考に、確実な設置、防水、施工を行ってください。
搬入、設置、防水、施工に関しては弊社の保証対象外となります。
[コンクリート埋設設置]：施工手順ガイドを参考に各現場の条件に合わせ設計・施工してください。
[あと施工設置]：施工手順ガイドを参考に各現場の条件に合わせ設計・施工してください。
 - ・オールアンカーFT-640は付属数をすべて打ち込んでください。
 - ・コンクリート強度は $F_c=18\text{N/mm}^2\sim 30\text{N/mm}^2$ で使用してください。
穿孔穴あけドリル径は6.4mmを使用してください。穿孔深さは $46\text{mm}\pm 3\text{mm}$ とします。
へりあき寸法は最小50mm、アンカーピッチは最小100mmとします。
下穴は垂直に穿孔し、必ず切粉を吸引・清掃してからアンカーを挿入して下さい。
[ALCパネルへの設置]：設置場所の制限等があるため 事前協議が必要です。
[乾式断熱屋根設置]：施工手順ガイドを参考に各現場の条件に合わせ設計・施工してください。
[木造設置]：本書を参考に各現場の条件に合わせ設計・施工してください。
[共通事項]
 - ・配管穴加工可能範囲を守り、貫通孔間の寸法を確保して下さい。（7-3参照）
 - ・配管箱の配管穴、定着カラー、開口部などは十分な防水処理を施して下さい。
 - ・配管箱取付用ボルト、蓋取付用ボルトはワッシャー類を必ず入れて適切に締め付けてください。

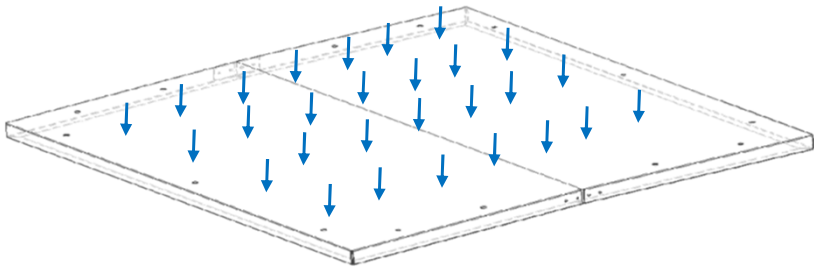
7.強度検討方法

7-1 主な構成部品・材質

- ・ 蓋、配管箱、台座
 - 材料 : JIS G3323 溶融亜鉛－アルミニウム－マグネシウム合金めっき鋼板及び鋼帯
日本製鉄（ ZAM または スーパーダイマ）
 - 厚み : t =1.6mm
 - めっき付着量：表示記号 K27 両面 3 点平均最小付着量 275g/m2
 - 降伏点 : 205N/mm2

7-2 積雪荷重

- ・ 蓋への加重を、ネジ固定部で周囲固定、積雪部を等分布加重とします。



- ・ 機械工学便覧(日本機械学会編)第4篇 材料力学 第4章 板 P295より

最大応力: $\sigma=(\alpha_1*(w*(b/2)^2))/(t^2)$

α_1 : 辺の割合による係数（下表参照）

w : 積雪荷重

a : 長辺

b : 短辺

t : 板厚(mm)

ポアソン比 $\nu=0.3$ とした時の表

a/b	1	1.25	1.5	1.75	2	∞
$\alpha_1 =$	1.23	1.6	1.82	1.96	1.99	2
$\beta =$	0.22	0.32	0.38	0.42	0.44	0.45

※表の中間値は直線補間により求める。

・HB-Sシリーズの場合

(Sシリーズ：HB-S1, HB-S1H, HB-S2, HB-S2H, HB-S2HJ, HB-S2HW)

- ・蓋に補強材が入っており、簡易計算では計算できないためCADによる3次元解析と荷重実験による確認を行っています。

・HB-S1の例

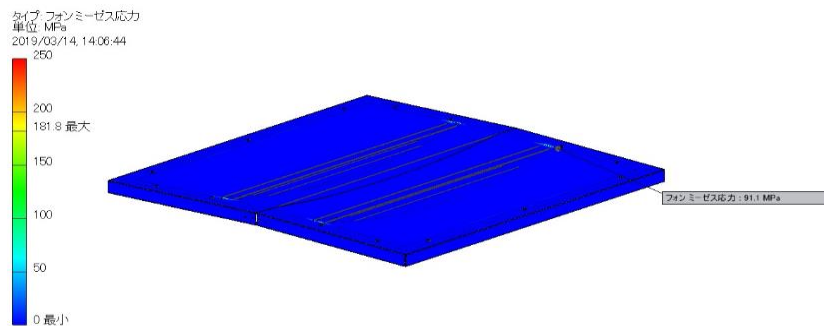
長辺 a=710mm

短辺 b=710mm

板厚 t=1.6mm

- ・垂直積雪量=200cm、積雪単位荷重=30N/cm/m2の場合

積雪荷重 $w=200 \times 30 \div 10^6 = 0.006 \text{ N/mm}^2$



$91.1 \text{ MPa} = 91.1 \text{ N/mm}^2$

最大応力 $\sigma = 91.1 \text{ N/mm}^2 < \text{ZAM降伏点 } 205 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$

荷重試験結果：750kgの荷重で抜重後の変形なし

荷重(750kgf) $\times$ 重力加速度(9.8) $\div$ 蓋面積(0.5041m²) $\div$ 積雪単位荷重(30N/cm/m2)
= 積雪486cm相当 $\dots \text{OK}$

・HB-S2の例

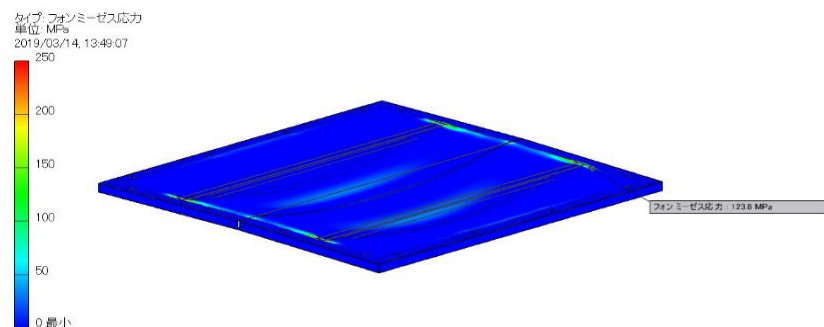
長辺 a=1070mm

短辺 b=1070mm

板厚 t=1.6mm

- ・垂直積雪量=200cm、積雪単位荷重=30N/cm/m2の場合

積雪荷重 $w=200 \times 30 \div 10^6 = 0.006 \text{ N/mm}^2$



$123.8 \text{ MPa} = 123.8 \text{ N/mm}^2$

最大応力 $\sigma = 123.8 \text{ N/mm}^2 < \text{ZAM降伏点 } 205 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$

荷重試験結果：1225kgの荷重まで抜重後の変形なし

荷重(1225kgf) $\times$ 重力加速度(9.8) $\div$ 蓋面積(1.1449m²) $\div$ 積雪単位荷重(30N/cm/m2)
= 積雪349cm相当 $\dots \text{OK}$

※ 実験結果は 「9-3 蓋強度確認試験」 参照

・HB-Q6の計算例

長辺 a=1200mm

短辺 b=600mm

板厚 t=1.6mm

係数 $\alpha_1=2$

- ・垂直積雪量=90cm、積雪単位荷重=20N/cm/m²の場合

積雪荷重 $w=90 \times 20 \div 10^6=0.0018\text{N/mm}^2$

最大応力 $\sigma=(2 \times (0.0018 \times (600/2)^2))/(1.6^2)=127\text{N/mm}^2$

<検討結果>

最大応力 $\sigma=127\text{N/mm}^2 < \text{ZAM降伏点 } 205\text{N/mm}^2 \dots \text{OK}$

・HB-SSシリーズの場合

(SSシリーズ : HB-SS1H, HB-SS2H, HB-SS3H)

- ・CADによる3次元解析で確認を行っています。

・HB-SS3Hの例

長辺 a=1100mm

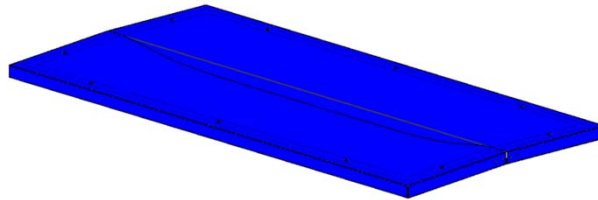
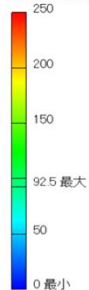
短辺 b=550mm

板厚 t=1.6mm

- ・垂直積雪量=200cm、積雪単位荷重=30N/cm/m²の場合

積雪荷重 $w=200 \times 30 \div 10^6=0.006\text{N/mm}^2$

タイプ: フォンミーゼス応力
単位: MPa
2020/04/22, 11:57:13



92.5MPa=92.5N/mm²

最大応力 $\sigma=92.5\text{N/mm}^2 < \text{ZAM降伏点 } 205\text{N/mm}^2 \dots \text{OK}$

7-3 風圧力

・平成12年5月31日建設省告示第1454号による。

・設計条件

- ・建物高さ：H=45m
- ・基準風速：60m/秒
- ・地表面粗度区分：II（Zb=5m、Zg=330m、 $\alpha=0.15$ ）
- ・コンクリート圧縮強度：18N/mm²
- ・屋上に設置

・HB-S2Hの計算例

・速度圧の計算

平均風速の高さ方向の分布を表す係数 E_r は、

$$E_r = 1.7(H/Z_g)^{\alpha} = 1.7(45/330)^{0.15} = 1.25$$

ガスト影響係数 $G_r = 2.0$ とすると

$$E = E_r^2 * G_r = 1.25^2 * 2.0 = 3.13$$

速度圧 q は

$$q = 0.6 * E * V^2 = 0.6 * 3.13 * 60^2 = 6.761 \text{ kN/m}^2$$

・風力係数の算定

風力係数 C_f は

$$C_f = C_{pe} - C_{pi} \quad C_{pe} = 0.8K_z - (-0.4) \quad C_{pi} = 0 \quad K_z = 1.0$$

$$C_f = 0.8K_z - (-0.4) - 0 = 0.8 + 0.4 = 1.2$$

・風圧力の計算

風圧力 W_f は

$$W_f = q * C_f = 6.869 * 1.2 = 8.113 \text{ kN/m}^2$$

・風荷重の計算

HB-S2Hの側面積は

$$A = 1.163 \text{ m}^2$$

側面で受ける風圧による荷重 F は

$$F = A * W_f = 1.1524 * 8.243 = 9.431 \text{ kN}$$

7-3-1 あと施工

・風荷重に対する引張り力 R のアンカー1本あたりの荷重計算

HB-S2Hの台座幅 $x = 1010 \text{ mm}$

HB-S2Hの高さ $h = 1110 \text{ mm}$

$$\text{引張り力} : R_b = F * [(h/2)/x] = 9.431 * (1110/2)/1010 = 5.18 [\text{kN}]$$

引張り力を負担するアンカー本数は 合計8本

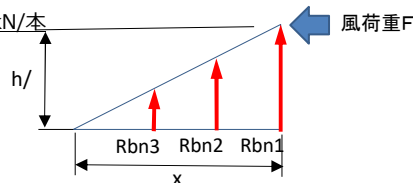
4本/辺 x 3辺 - 4本 (荷重の反対面は耐引張り力には貢献しない)

$$R_b = R_{bn1} * 1 * 4 + R_{bn2} * (2/3) * 2 + R_{bn3} * (1/3) * 2$$

$$= R_{bn} * 6$$

$$5.18 = R_{bn} * 6$$

$$R_{bn} = 0.86 \text{ kN/本}$$



垂直に引き上げる力を全アンカー16本のうち、特に8本で負担すると仮定



・風荷重に対するせん断力 Q の計算

せん断力を負担するアンカー本数 $nt = 12$ 本

$$Q = F/nt = 9.431/12 = 0.786 \text{ kN/本}$$

全アンカー16本の内フランジ端部は有効でないと考えて12本とする

・許容引張強度

オールアンカーFT-640 $P_a=1.48 \text{ kN/本}$ ※コンクリート強度 $F_c=21\text{N/mm}^2$ の時
 最大許容垂直荷重：11.84 kN (1.48*8) 実験による垂直方向破断荷重：15.7 kN (9-4 実験による)

・許容せん断強度

ZAM鋼板のアンカー穴強度 $q_a=1.14\text{kN/本}$
 $q_a=\text{アンカー直径} \times \text{板厚} \times \text{鋼板降伏点} / \text{せん断係数} = 6 \times 1.6 \times 205 / \sqrt{3} = 1.14\text{kN/本}$
 $q_b=\text{オールアンカーFT-640 } 3.14\text{kN/本}$
 よって値が小さい $q_a = 1.14\text{kN/本}$ を採用
 最大許容水平荷重：13.68 kN (1.14*12) 実験による水平方向破断荷重：15.1 kN (9-4 実験による)

<検討結果>

(1) 風荷重に対する引張力 $R_{bn}=0.86\text{kN/本}$ < 許容引張強度 $P_a=1.48\text{kN/本}$ OK

(2) 風荷重に対するせん断力 $Q=0.786\text{kN/本}$ < 許容せん断強度 $q_a=1.14\text{kN/本}$ OK

※ 実験結果は 「9-4 引張試験」 参照

※ アンカーの許容引張力とせん断力はメーカーの許容荷重表による。

7-3-2 埋設施工

埋設深さについては

国土交通省発行の「建築基準法施行令の改正方針について」において、第79条に下記記述がある。

鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、

耐力壁以外の壁又は床 にあつては2センチメートル以上、

耐力壁、柱又ははりにあつては3センチメートル以上、

直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り 部分にあつては4センチメートル以上

基礎（布基礎の立上り部分を除く。） にあつては捨コンクリートの部分を除いて6センチメートル以上

としなければならない。

上述より床の場合は2cm以上が建築基準法施行令で求められているが、安全を見て**3cm以上**（30mm以上） とする。

なお、巾100mmの試験片にて埋設深さ30mmでの引張試験を行った結果

①垂直方向強度： 743.5kgf (7.3kN)

②水平方向強度： 1176.0kgf (11.5kN)

これはS2Hを 建物高さ:45m、基準風速:60m/s に設置した場合

試験片巾100mmはS2Hの 台座巾1010mmに対して約0.1倍 として

垂直方向荷重： 0.52(kN) (5.18*0.1)

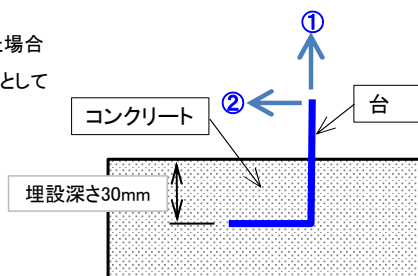
水平方向荷重： 0.94(kN) (9.43*0.1)

垂直方向荷重安全率： $7.3(\text{kN}) / 0.52(\text{kN}) = 14$

水平方向荷重安全率： $11.5(\text{kN}) / 0.94(\text{kN}) = 12$

よって、十分な強度を有する。

※ 実験結果は 「9-5 埋設強度試験」 参照



あと施工と埋設施工の比較 (HB-S2Hの場合)

[kN]	垂直方向強度	比率	水平方向強度	比率
あと施工	5.18	100.0%	9.43	100.0%
埋設施工	7.30	140.9%	11.50	122.0%

※埋設施工の場合は床補強が必要となる場合がありますので、事前にご確認ください。（施工手順ガイド P9 参照）

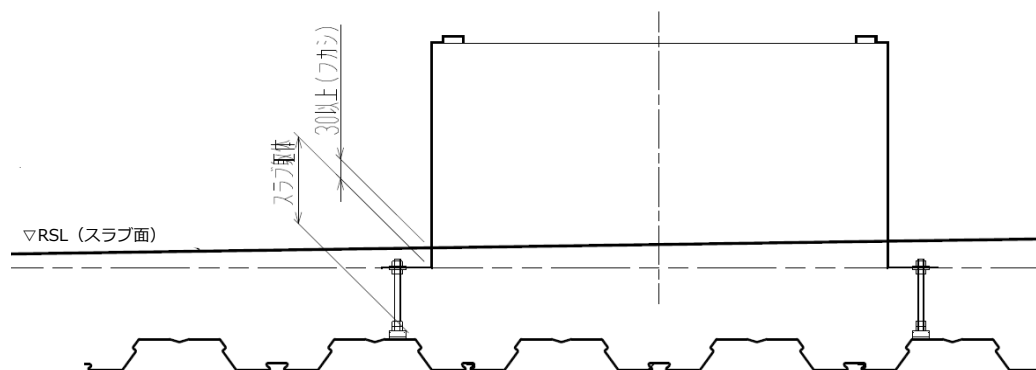
【台座埋設部の補強方法】

台座を埋設する場合は下記を参考として合成スラブ面に補強を施してください。

※合成スラブメーカーが推奨する補強方法を参照してください。

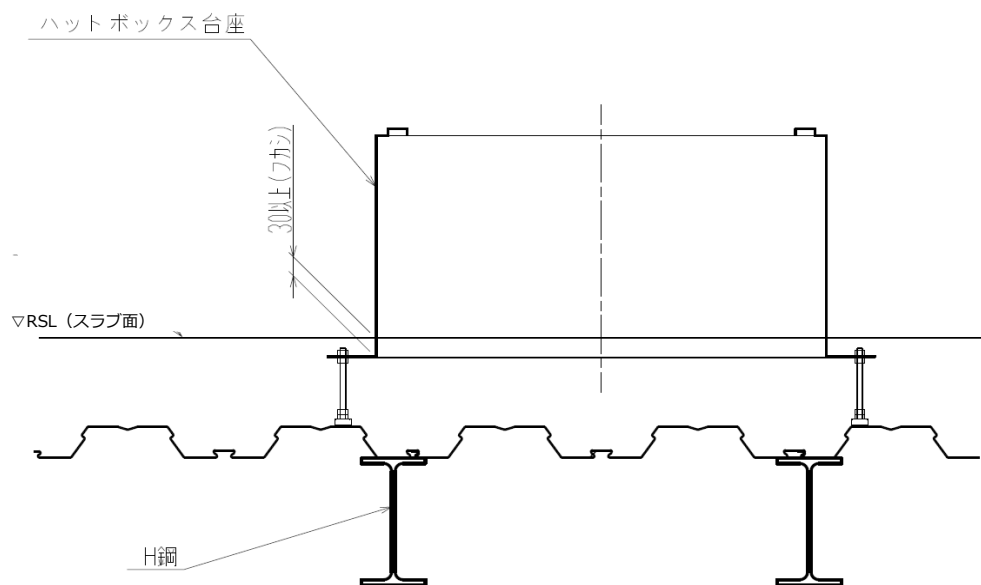
[例 1]

スラブ躯体は十分な強度が得られる厚さとし、その上に台座フランジ部の埋設深さを30mm以上となるようにフカす。



[例2]

台座の下に補強の小梁（H鋼等）を設置する。



7-4 耐震強度

- ・ 建築設備耐震設計・施工指針2014年による。
 - ・ 設計用水平地震力 $KH = Z * KS * w$
 - Z：地域係数（1.0）
 - KS：耐震クラス係数
 - w：自重

耐震クラスの区分

設置階	適用階の区分		
	耐震クラスS	耐震クラスA	耐震クラスB
上層階	2	1.5	1
屋上及び塔屋			

・ HB-S2Hの計算例

- ・設計条件
 - ・地域係数 $Z=1$ 耐震クラス KS=2
 - ・合計自重 $W=949.6\text{N}$ (96.9Kg)
 - ・台座 重量 $W1=328.3\text{N}$ 高さ $h1=450\text{mm}$
 - ・配管箱+蓋 重量 $W2=621.3\text{N}$ 高さ $h2=650\text{mm}$

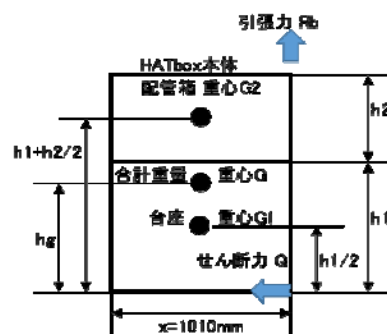
$$\begin{aligned} \text{重心高さ } hg &= (((h1/2) * W1) + ((h1 + (h2/2)) * W2)) \\ &= (((450/2) * 328.3) + ((450 + (650/2)) * 621.3)) / 949.6 \\ &= 584.9 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 設計用水平地震力 $KH = Z \cdot KS \cdot w$
 $KH = 1.0 \cdot 2.0 \cdot 949.6 = 1899.2N$
- 地震力による引張力 $Rb = KH \cdot hg/x$
 $Rb = 1899.2 \cdot 584.9 / 1010 = 1.01kN$

- ・許容引張強度

オールアンカーFT-640 Pa=1.48 kN/本

※コンクリート強度 $F_c=18\text{N/mm}^2$ の時



$$W(\text{合計重量})=W1(\text{台座重量})+(\text{配管箱}+\text{蓋})$$

$$h_g=((h1/2*W1)+((h1+h2/2)*W2))/W$$

<検討結果>

地震力による引張力 $R_b = 1.01 \text{ kN/本} < \text{許容引張強度 } P_a = 1.48 \text{ kN/本} \dots \text{OK}$

※ 実験結果は 「9-2 振動試験」 参照

7-5 熱膨張による防水層への影響

HATbox主材料のZAM®鋼板と、コンクリートの熱膨張係数はの熱膨張係数は下記の通りである。

ZAM®鋼板 : 0.0000117

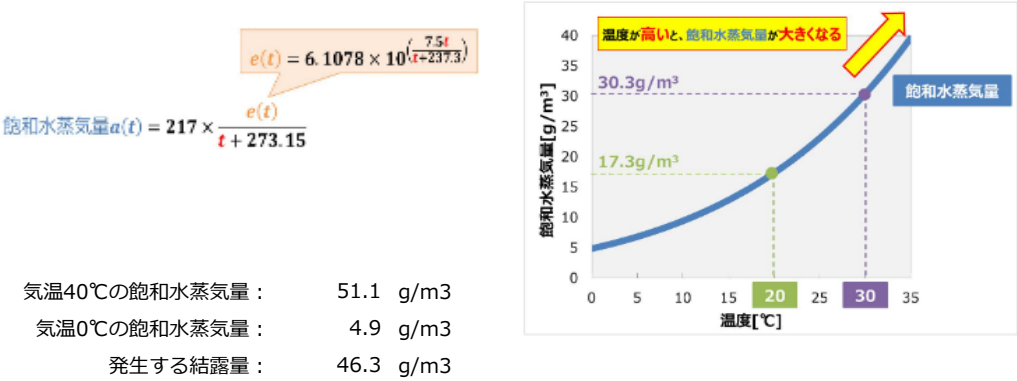
コンクリート： 0.000007 ~ 0.000013

双方の熱膨張係数はほぼ同等であり、熱膨張による防水層への影響はありません。

8.温度・結露特性

8-1 結露量

HATboxの庫内容積と温度差によって発生する結露量の計算は以下の通り
最大容積である HB-S2H を夏場 気温40℃、湿度100%の環境下で施工完了し、その後冬場に
庫内温度が0℃まで下がった場合に発生する最大結露量は 55.7g であり、漏水事故となるものではない。



前述のm3あたり発生する結露量を、各HATboxのサイズに当てはめると下表の通りとなる。

	内容積	飽和水蒸気量 [g]		結露量
	[m3]	40℃	0℃	[g]
SS1H	0.153	7.8	0.7	7.1
SS2H	0.240	12.3	1.2	11.1
SS3H	0.325	16.6	1.6	15.0
S1	0.567	29.0	2.8	26.2
S1H	0.612	31.3	3.0	28.3
S2	1.111	56.8	5.4	51.4
S2H	1.203	61.5	5.8	55.7

8-2 断熱材の性能

※ HATbox庫内内側全面に、温度上昇対策及び結露対策として断熱材を貼り付けている。

・材料 (AeroFlex®)

<http://エアofレックス.jp/index.html>

材料 : EPDM合成ゴム

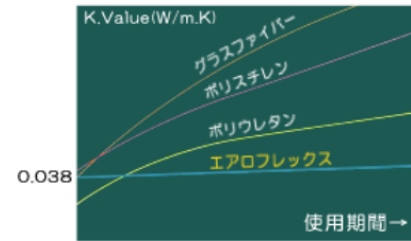
厚み : $t = 3\text{mm}$

安定した熱伝導率と広い適用温度

エアofレックスは、非常に安定した低いK値 0.035～0.038 (20℃) を持ち、エネルギー消費量を節約できます。

連続使用適温範囲は-200度～+125度です。他のエラストマー系断熱材の追随を許しません。

-30℃の低温でも柔軟性を保つので、寒冷地での施工も容易です。



※耐久期間は温度・湿度施工の良し悪しに影響されます

耐火性／低発煙性（自己消化性）

エアofレックスは、優れた保温効果があるのみでなく、世界の主な防火規格に合った自消性を持っています。

※JIS規格 No.6911（不燃性）、ASTM No.E-84（表面燃焼性）

例えば、発泡プラスチック断熱材の様に溶けたり、火玉を落とせばそれで延焼を防ぎます。

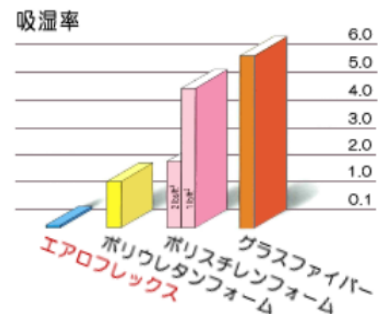
特に、国際的スタンダードな高層ビルなどには、防火設備の一端として自信を持って使用できます。

圧倒的な耐湿性能

独立気泡の壁が多層の防湿壁となり、長年の試用期間中、他の防湿用カバーなしで安定したK値を保持します。

湿度の高い環境において、耐久期間を通じて安定した熱伝導率を維持するには、吸湿性の低さが重要です。

例えば結露現象は、断熱材が湿気を吸収して面温度がその時の湿度の露点より下がった時に生じます。



※外皮材なしの平均数値です

【熱伝導率】

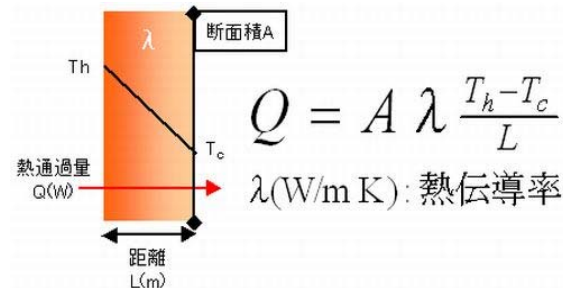
熱伝導率： 値が低ければ低いほど、熱源からの熱の伝わりを遮断することができる。

- ・エアフレックス：0.035～0.038 （前述資料より）
- ・コンクリート：1.6

$$1.6 / 0.035 = 45.1 \quad 1.6 / 0.038 = 42.1 \text{ 倍}$$

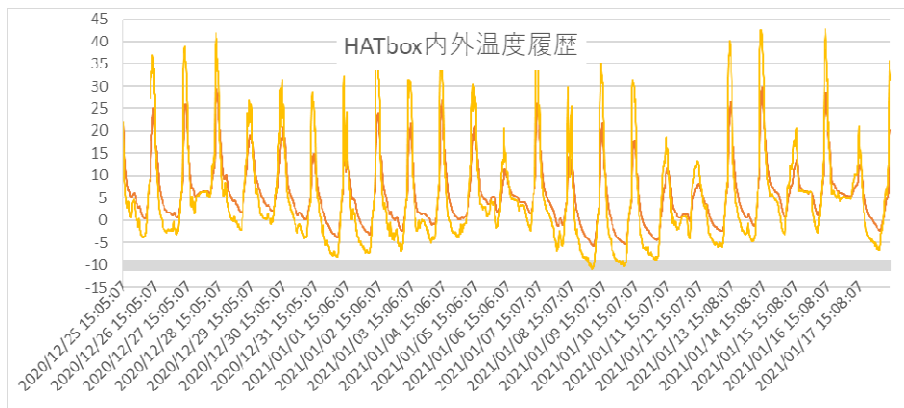
※HBに使用している断熱材エアフレックスはコンクリートよりも断熱効果が約40倍高い。

下図より断熱材の厚さは熱の伝導率に反比例していることから、エアフレックスt3と同等の断熱効果を得るにはコンクリート厚さ120mm必要と言える。



8-3 断熱材の効果

本体に貼り付けた断熱材(AeroFlex®)の効果によるHATbox内部温度は表面温度よりも約13℃低い。

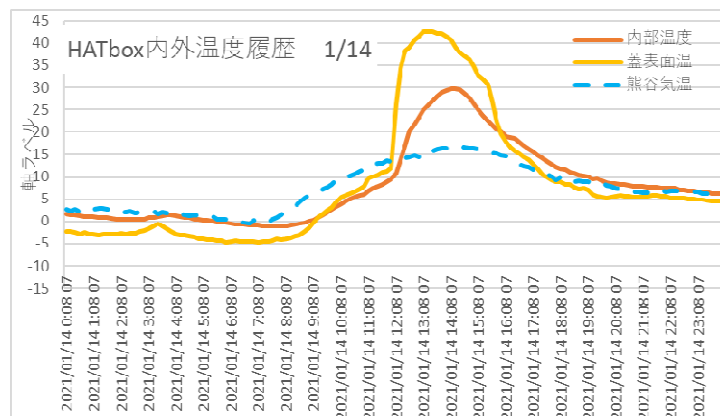


内部温度高低差が大きい(31℃) 1月14日分のグラフ

蓋表面温度の最高温度 42.5℃

HATbox内部の最高温度 29.8℃

温度差:12.7℃



8-4 HB内最高温度

HB内外温度について、2019年3月5日～8月29日の期間で温度測定を行った結果、HB内最大温度は46.6℃であった。

このことは、配管等に使用される塩ビ材料の常用耐熱温度60℃を下回っている為、HB内材料（配管用資材、防水材、建築物）に対して、何ら影響を及ぼすものではない。

図表15. プラスチックの常用耐熱温度

材 料	常用耐熱温度 (°C)
塩化ビニル樹脂 (硬質)	60～80
ポリスチレン (一般用)	70～90
A B S 樹 脂	70～100
ポリエチレン (高密度)	90～100
〃 (低密度)	70～90
ポリプロピレン	100～140
ポリカーボネート	120～130

出典：日本プラスチック工業連盟
「こんにちはプラスチック」

8-5 耐火性能

HATboxは建設省告示第 1400 号で不燃材料に定められている金属板で本体が構成されている。

また、防水パッキンや断熱材は難燃材を使用している。しかし、HATbox を建築付属設備と考えていますので、耐火性能の審査は受けていない。

HATboxを設置する屋根コンクリートスラブ面を主要構造部の防耐火面と考えているので、配管取り出し穴は、配管取り出し後にロックウールなどの不燃材とモルタルにより完全に埋め戻すこと。

[建設省告示第 1400 号]

〇不燃材料を定める件

(平成十二年五月三十日)
(建設省告示第千四百号)
改正 平成一六年 九月二九日国土交通省告示第一一七八号

建築基準法（昭和二十五年法律第二百一号）第二条第九号の規定に基づき、不燃材料を次のように定める。

不燃材料を定める件

建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）第百八条の二各号（建築物の外部の仕上げに用いるものにあつては、同条第一号及び第二号）に掲げる要件を満たしている建築材料は、次に定めるものとする。

一 コンクリート

九 アルミニウム

十 金属板

[断熱材 (AeroFlex)]

原材料安全データシート (MSDS)

9. 物理的及び化学物質

外装	気泡ゴム
比重 (H ₂ O=1)	0.04 ～ 0.09
適応温度範囲 (°C)	-57°C ～ 125°C (-70 ～ 257° F)
熱伝導率 (W/mK)	0.038 at Mean temp 24°C Max
水蒸気透過性	0.15 Perm-inch (0.22x10 ⁻¹² Kg/Pa s m) Max
吸水率 (重量%)	3% 以下
伸縮性・柔軟性	優
燃焼特性	自己消化性

カタログより抜粋

耐火性／低発煙性（自己消化性）

エアロフレックスは、優れた保温効果があるのみでなく、世界の主な防火規格に合った自消性を持っています。

※JIS規格 No.6911（不燃性）、ASTM No.E-84（表面燃焼性）

例えば、発泡プラスチック断熱材の様に溶けたり、火玉を落としませんので延焼を防ぎます。

特に、国際的スタンダードな高層ビルなどには、防火設備の一端として自信を持って使用できます。

9. 参考資料

9-1 めっきの推定耐用年数

- ・鉄骨造建築物の耐久性向上技術（建設大臣官房技術調査室監修）による。
- ・ZAM鋼板のめっき腐食減耗量(g/m²/年)は日新製鋼(株)の暴露試験結果による。

- ・めっきの推定耐用年数 Yzの計算

$$Yz=0.9 \cdot Z / (N \cdot az) \cdot BK \cdot BX \cdot C \cdot M$$

0.9：めっきの付着量の90%が腐食損失した時点を寿命と定義した場合の定数

Z：めっきの初期付着量（K27は片面付着量=138g/m²）

N：腐食の方向性を示す係数 片面=1、両面=2（1を使用）

az：めっきの年間腐食減耗量

BK：鋼材角度を示す部位係数 水平=0.8、垂直=1.0（0.8を使用）

BX：鋼材がさらされる環境を示す露出係数 外部露出=1.0、乾燥繰返し=0.8（1.0を使用）

C・M：施工管理係数 メンテあり=1.0、ノーメンテ=0.64（0.64を使用）

- ・一般環境屋外（雨水が直接あたる場合）：az=3.0g/m²/年

$$Yz=0.9 \cdot 138 / (1 \cdot 3.0) \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.64$$
$$=21.2 \text{年}$$

- ・海岸環境屋外（海岸線から30mで雨水が直接あたる場合）：az=5.0g/m²/年

$$Yz=0.9 \cdot 138 / (1 \cdot 5.0) \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.64$$
$$=12.7 \text{年}$$

- ・上記の計算結果は耐用年数の保証値ではありません。
- ・白錆は耐食性にほとんど影響を与えませんので、補修の必要はありません。
- ・赤錆が発生した場合は、適宜補修をお願いします。
 - ・補修塗装（溶剤系）
 - ①ローバルシルバー（ローバル(株)製）
 - ②ジンキースペシャル（日本ペイント防食コーティングス(株)製）
 - ③オーウェルメッキシルバー（ZAM色）（問い合わせ先：オーウェル(株)）
 - ・その他補修アイテム
 - ①ペンタイプ：ジンクリッチペン（三雄化工(株)製）
 - ②刷毛塗：ETコート（三雄化工(株)製）
 - ③スプレー：#6900 ZAM色（大豊塗料(株)製）

※補修材の使用方法や品質性能、環境規制対応など詳細は、それぞれのメーカーにお問い合わせください。

<参考> めっきが減耗した後の鋼材の推定耐用年数

- ・鋼材の推定耐用年数 Ysの計算

$$Ys=0.1 \cdot t / (N \cdot as) \cdot BK \cdot BX \cdot C \cdot M$$

0.1：鋼材の板厚の10%が腐食した時点を寿命と定義した場合の定数

t：鋼材の板厚 t=1.6mm

as：標準地域における鋼材の年間腐食量

- ・一般環境屋外：as=0.05mm/年

$$Ys=0.1 \cdot 1.6 / (1 \cdot 0.05) \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 0.64$$
$$=1.64 \text{年}$$

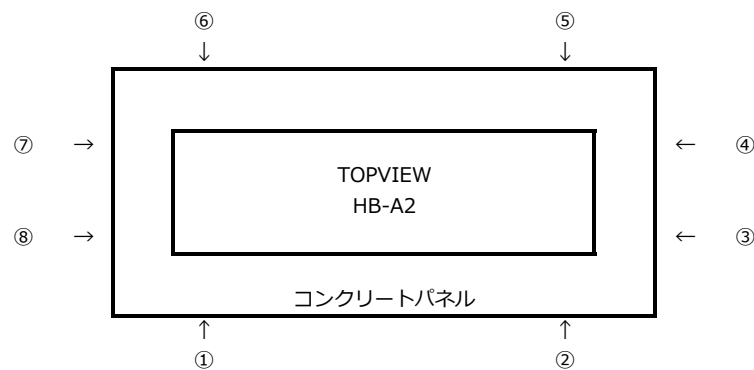
9-2 振動試験

- ・試験場所：群馬県立産業技術センター
- ・試験装置：複合環境振動試験機（VS-5500-220T IMV(株)製）
- ・試験条件
 - ・加振周波数 22.3Hz
 - ・加速度 3 G0-P（3mmP-P）
 - ・加振方向 水平
 - ・加振回数（時間） 1,000,000サイクル（12.5時間）
 - ・試験サンプル
 - ・コンクリートパネルに固定したHB-A2 1台
 - ・オールアンカー FT-640（サンコーテクノ(株)製）12本で固定

・試験結果

測定ポイント	試験前測定値(mm)	試験後測定値(mm)	ズレ量(mm)	方向
①	89.3	89.3	0.0	
②	91.5	91.5	0.0	
③	117.6	117.7	0.1	←
④	120	120	0.0	
⑤	90.4	90.8	0.4	↓
⑥	91.1	91.1	0.0	
⑦	130.2	130.3	0.1	←
⑧	133.8	133.7	0.1	←

※方向は下図に対するズレ方向を示す



・振動試験後の本体確認

本体、接合部に異常なし。

9-3 蓋強度確認試験

目的

S1,S2の補強リブを追加した蓋の強度確認を行う。

場所

埼玉県産業技術総合センター 北部研究所（熊谷）
<https://www.pref.saitama.lg.jp/saitec/>

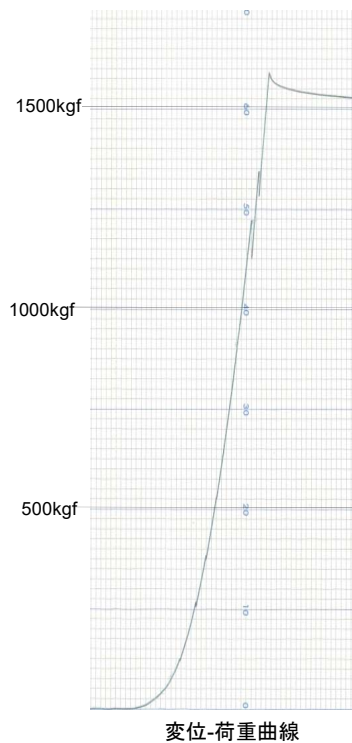
実験方法

試験機 : コンプレッションテスター
T5-S (株) 東洋精機製作所製
試験条件 : 蓋補強タイプ
荷重1500kgまでの変位測定
基準 : ・垂直積雪量=200cm、
・積雪単位荷重=30N/cm/m² として
基準荷重は6870N (701kgf)



試験結果

基準701kgf荷重（積雪200cm）に対して1500kgf荷重でも永久歪み変形無く、問題無し。



1.5ton 荷重後の蓋の変形
⇒ 雨水が溜まる永久歪み変形

9-4 引張試験

目的

HB-S2Hの垂直・水平方向の耐荷重実能力を把握する。

実験方法

試験場所： 建材センター中央試験所

試験条件： コンクリート台にHB-S2Hをアンカーで固定し、垂直方向・水平方向に各々1500kgfまで
負荷を与え、筐体全体の変形・破壊状況を確認する。

基準 最大基準風速 40m/sec 地表面粗度区分Ⅱ 建物高さ45m 最大風速 60m/sec
この時の垂直方向荷重: **529kgf** 水平方向荷重: **962kgf**

結論

破壊限度まで測定した結果、 垂直荷重1602kgf、水平荷重1540kgf でアンカーが破断した。

ただし、本体のリベットは破断しなかった。

最大風速 **60m/sec** とし、地表面粗度区分Ⅱでの建物高さ**45m**上の風圧力は8.113kN/m2となり、
HB-S2Hの垂直方向にかかる荷重に換算すると529kgf(5.18kN)となる。

実験による垂直方向破断荷重1602kgfに対して強度は確保できている。

HB-S2Hの水平方向にかかる荷重に換算すると962kgf(9.431kN)となる。

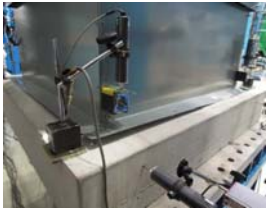
実験による水平方向破断荷重1540kgfに対して強度は確保できている。

【結果】

(1)垂直荷重

試験装置外観 	引張荷重: 1480kgf アンカー間に 隙間が生じ始める 
	引張荷重: 1602kgf アンカー首部破損 

(2)水平荷重

変位センサー取付状況 水平方向の変位を測定 	引張荷重: 1540kgf アンカー首部破断 
	アンカー首部破断直後 

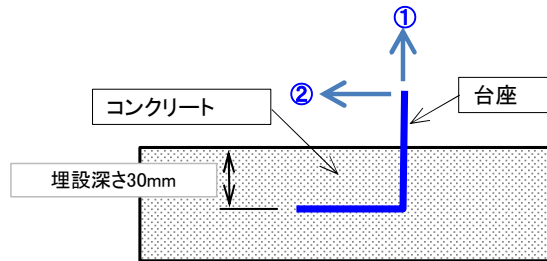
9-5 埋設強度試験

目的

HATbox埋設施工時の引張強度を計算し、最低埋設深さを測定する。

実験方法

コンクリート塊（巾150x奥行200x深さ50以上）に、巾100mmでフランジ長さ75mmの試験片を深さ30mmで埋設し、その後垂直①・水平②方向破断荷重を測定する。



結論

埋設施工における埋設深さについては、下記調査結果及び実験結果の通り **30mm以上** とする。

結果

【調査結果】

国土交通省発行の「建築基準法施行令の改正方針について」において、第79条に下記記述がある。

第79条 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、
耐力壁以外の壁又は床 にあつては**2センチメートル以上**、
耐力壁、柱又ははりにあつては**3センチメートル以上**、
直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り 部分にあつては
4センチメートル以上、基礎（布基礎の立上り部分を除く。）にあつては
捨コンクリートの部分を除いて 6センチメートル以上
としなければならぬ。

上述より床の場合は2cm以上が建築基準法施行令で求められているが、安全を見て **3cm以上**（30mm以上）とする。

【実験結果】

①垂直方向強度： 7.3kN

②水平方向強度： 11.5kN

これはS2Hを 建物高さ:45m、基準風速:60m/s に設置した場合
試験片巾100はS2Hの 台座巾1010に対して約0.1倍 として

垂直方向荷重： 0.52(kN) (5.18/0.1)

水平方向荷重： 0.94(kN) (9.43/0.1)

垂直方向荷重安全率： $7.3(\text{kN}) / 0.52(\text{kN}) = 14$

水平方向荷重安全率： $11.5(\text{kN}) / 0.94(\text{kN}) = 12$

よって、十分な強度を有する。

【 注意事項 】

- ・ 「ハットボックス」は、すべての部品において鋼板を採用しており、運搬中の落下などで強い力が加わると変形しますのでご注意ください。
- ・ 「ハットボックス」は軽量ですが、バランスを崩して転倒したり、落下による挟まれ事故などを起こさないよう注意願います。
- ・ 「ハットボックス」を投げないでください。傷害事故や製品の破損の原因になります。
- ・ 「ハットボックス」の上に重量物を載せないでください。破損や変形の原因になります。
- ・ 納品後はすぐに梱包材を開梱し、雨が掛からない水はけの良い場所に保管してください。部分的に濡れた状態で保管すると、本体表面に色ムラが発生する可能性があります。
- ・ 「ハットボックス」を保管される場合は立てかけたり裏返したりしないでください。変形の原因になります。
- ・ 「ハットボックス」を取り扱いの際は手袋などの保護具を着用してください。鋼板の角や端部により怪我をする可能性があります。
- ・ 製品の詳細については、「ハットボックス納入仕様書」および「ハットボックス標準仕様図」を参照してください。
- ・ 施工については「施工手順ガイド」を参照してください。
- ・ 弊社では施工保障は致しかねますので、あらかじめご了承ください。

<製造・販売>

ワールド工業株式会社 ハットボックス事業部

〒355-0204

埼玉県比企郡嵐山町花見台11-2

0493-61-1115（直通）