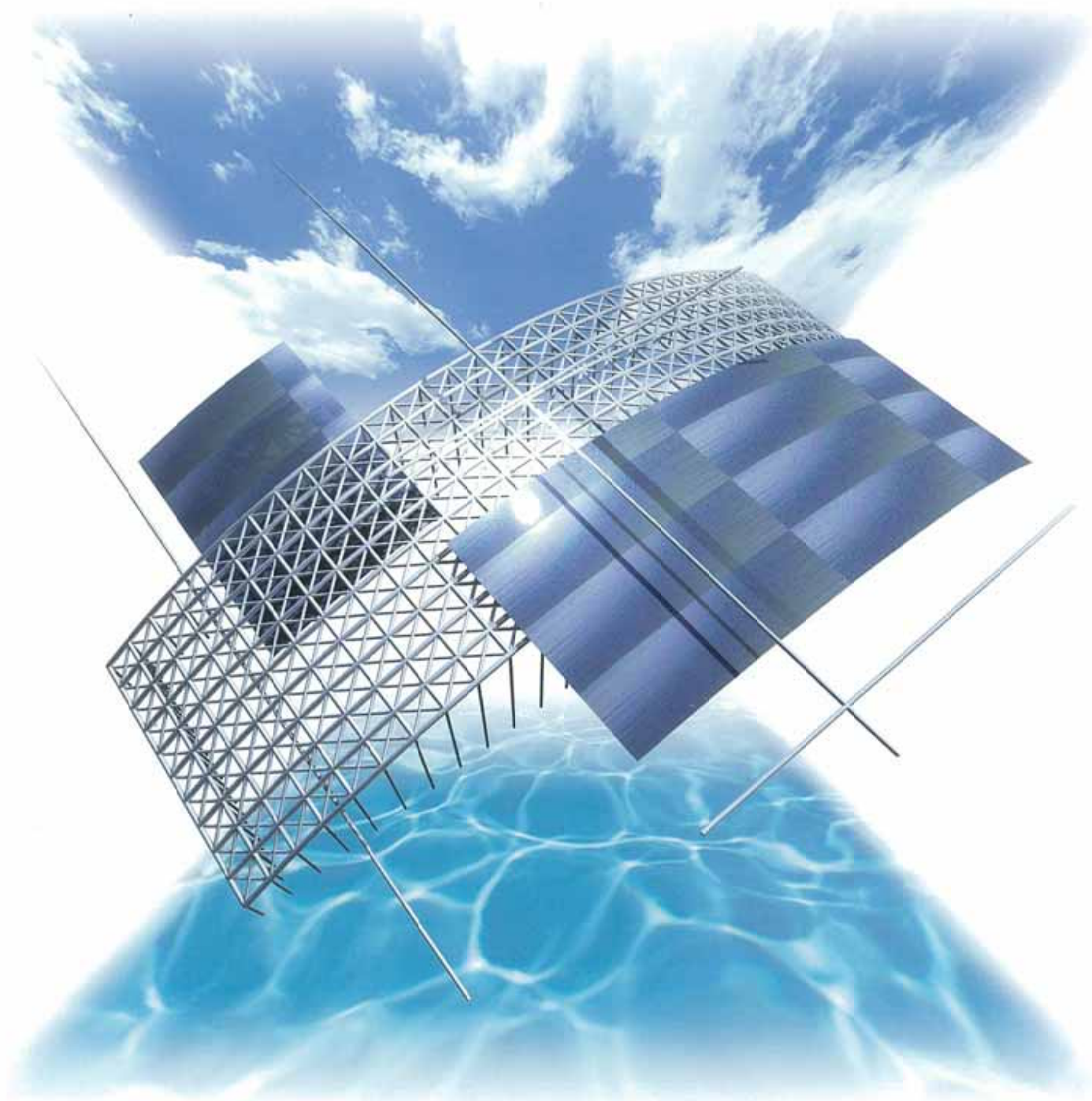


アルミニウム合金製屋根工法



アルミニウム合金製屋根工法協会

アルミニウム合金製屋根工法

アルミニウム合金の持つ特性(軽量で高強度、高耐久)を生かし、貯水槽などの屋根を構築する方法です。防水・防食塗装が不要となり、コンクリートや鋼製の屋根と比べてライフサイクルコストを小さくできます。

アルミニウム合金の特長

- ◆耐食性にすぐれているため内外面の防食・塗装は不要。
- ◆軽量で高強度である。
- ◆無害である。
- ◆リサイクルが可能である(資源価値が高い)。

アルミニウム合金製屋根工法の施工性

- ◆支保工なしで組立てが可能である。
- ◆部材工場製作のため製作精度が高い。
- ◆現地施工は組立・架設のみで溶接等は不要。
- ◆屋根の取り外しが可能である。

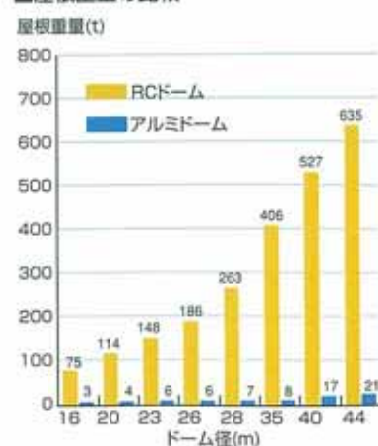
アルミニウム合金製屋根工法の特長

- ◆ドーム屋根:RCドームに比べ軽量である(1/30程度の重量)。
- ◆覆蓋工法:可動推力が小さい、稼動しながらの施工が可能。
- ◆既存躯体の変更なしに屋根の追加が可能。
- ◆RC製、鋼製造りに比べ建設コスト低減、工期短縮が可能(内径、水深が大きいほど有利)。
- ◆アルミニウム合金製屋根工法はメンテナンスフリーであるため、躯体のメンテナンス時の工費と工期の低減が可能。

■屋根のライフサイクルコスト



■屋根重量の比較



アルミニウム合金の特長

軽量で高強度

アルミニウム合金の比重は2.7と鉄(SS)の7.85に比べ約1/3と軽量です。強度は鉄やステンレス(SUS)と同等です。

耐食性

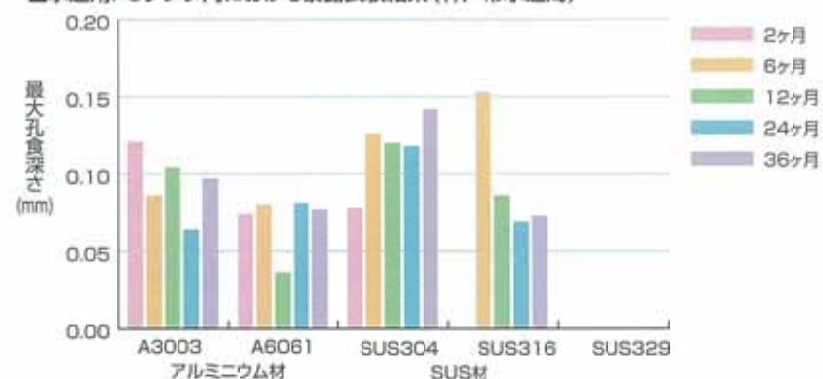
アルミニウムの平均浸食速度は、一般の大気環境下において、年間1μm(1/1000mm)を越えることはありません。

●骨組材・パネル材

水道用PCタンクのドーム内面での暴露試験(神戸市水道局:3年間)の結果、アルミニウム合金に起こる孔食の深さは60年程度の供用期間においても十分な耐食性を示しています。稼働しているPCタンクのアルミドーム経過観察においても問題となる腐食は発生していません。

	材質	基準強度(N/mm ²)	備考
骨組材	A6061	210	ウルトラドーム工法
	A6N01	210	ドームトラス工法
	A6063	165	アルトラス工法
パネル材	A3003	130	ウルトラドーム工法
	A3004	145	ドームトラス、アルトラス工法

■水道用PCタンク内における暴露試験結果(神戸市水道局)



水道用PCタンク内での暴露試験



3年間暴露試験結果



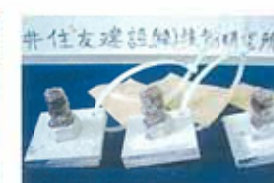
施工後2年経過したアルミドームの内面腐食は発生していない

●ボルト

アルミニウム合金製屋根に用いるボルトについては、耐食性試験の結果より、上水道の場合、SUSボルトの表面にジオメット処理を行なった仕様を標準としています。



ボルトの耐食性試験



アルミボルト



SUSボルト+ジオメット処理

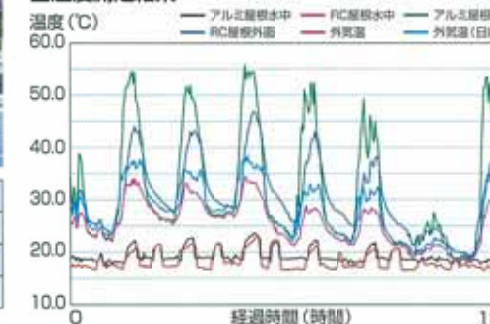
放射特性

アルミニウム合金は、熱を吸収しにくい材料、水槽内部の水温が上昇する心配はありません。RC屋根とアルミニウム合金製屋根の配水池において(屋根以外は同一構造)、表面温度、内部温度、水温を測定した結果、水温に与える屋根の影響に差は認められませんでした。



	表面温度	内部温度	水温	水温上昇
アルミ(A)	55.9℃	29.0℃	23.7℃	5.6℃
RC(B)	46.9℃	29.0℃	22.9℃	6.1℃
温度差(A-B)	9.0℃	±0.0℃	0.8℃	-0.5℃

■温度測定結果



水質

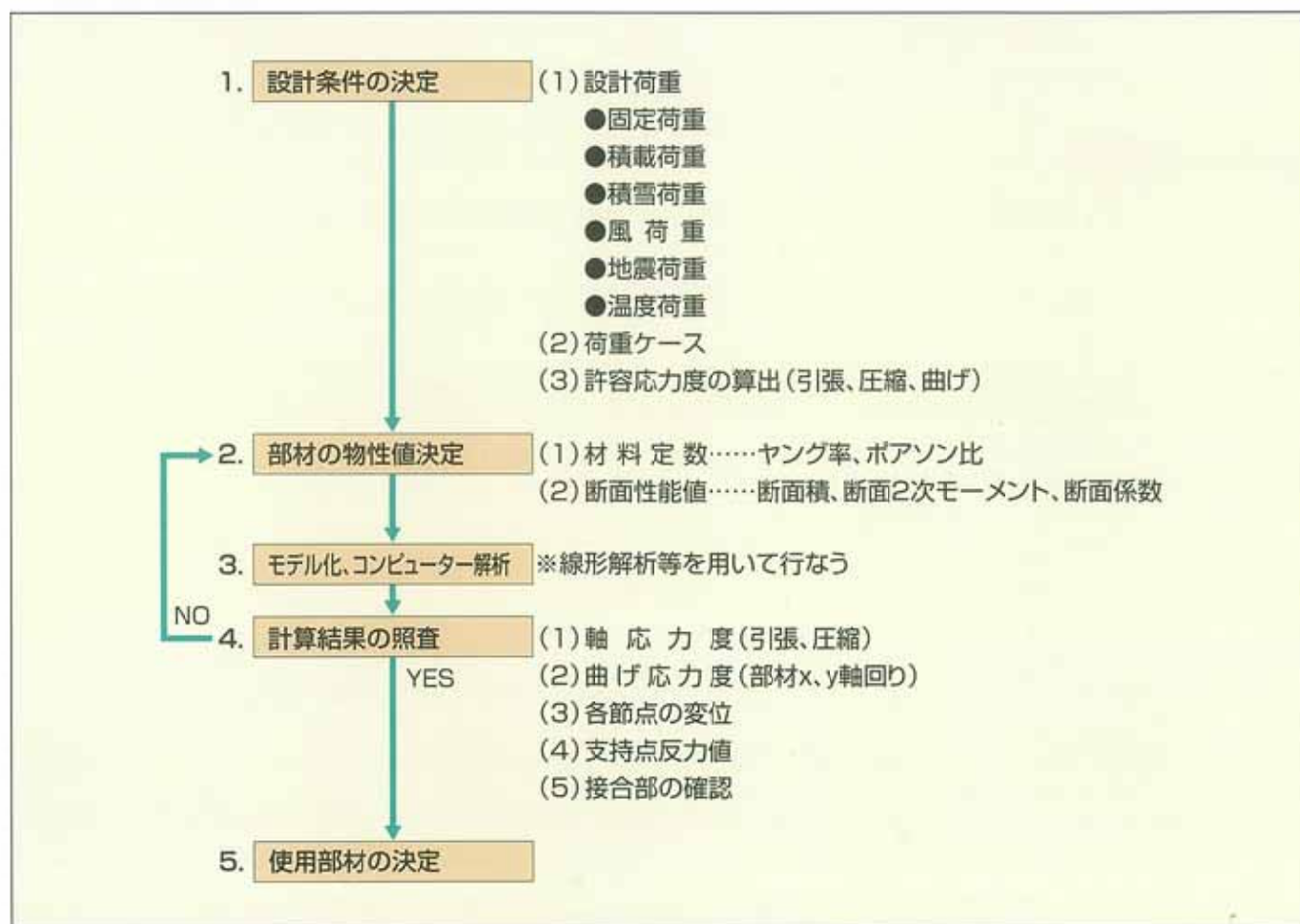
ドーム屋根や覆蓋に用いられるアルミニウム合金は無害な金属で、厚生省告示第45号の「資機材等の材質に関する試験」に合格しています。

再利用

アルミニウム合金は融点が低く、使用後、新地金の3%程度のエネルギーで再生可能であるため、残存価値が高く、再利用しやすい性質を持っています。

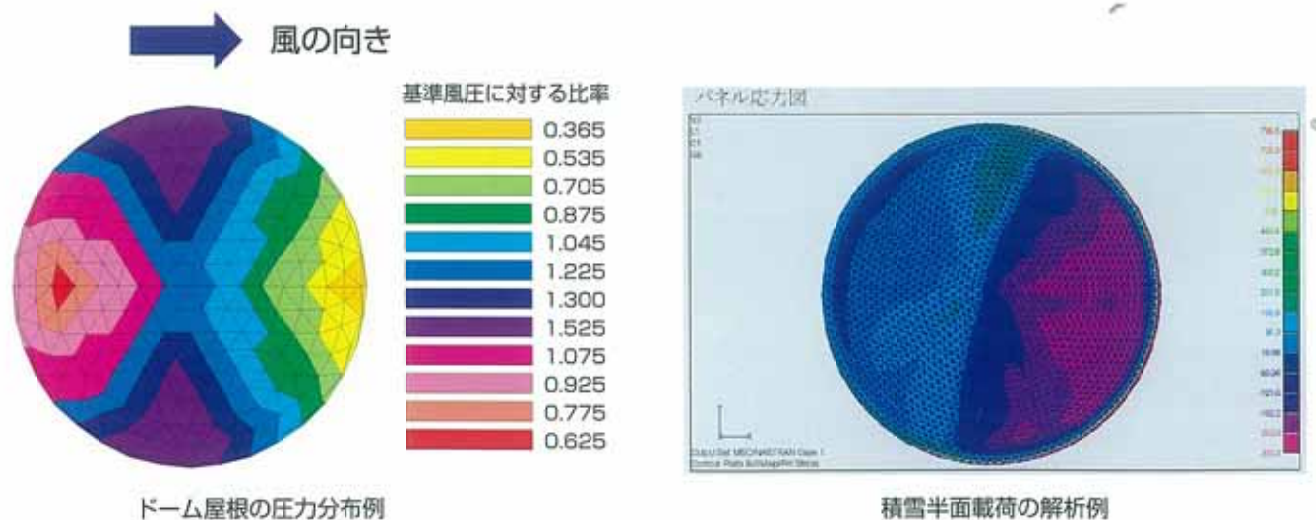
アルミニウム合金製屋根の設計

設計フロー



風荷重・積雪荷重

アルミニウム合金製屋根に考慮する風荷重や積雪荷重は、「建築基準法・同施工令」に基づき、建設地での基準風速や地表面の状態(粗度区分)等を設定して算定します。また、屋根形状に応じた風圧力の分布を考慮します。積雪荷重は、建設地での積雪深さに応じた荷重を考慮します。また、多雪地域では、全面載荷と半面載荷を考慮します。



アルミニウム合金製屋根工法の特長

構造の安全性

アルミドーム部材やドーム結合部の耐力試験、可動覆蓋の走行試験等様々な試験や解析で構造の安全性を確認しています。



ドーム耐力試験



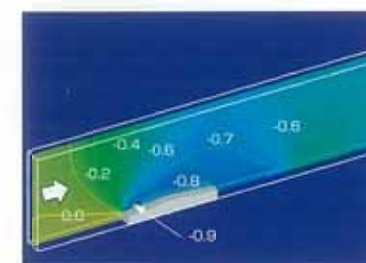
接合部確認試験



タンク風洞実験



可動覆蓋走行試験



覆蓋風圧分布シミュレーション



パネル落下試験

施工性・工期

アルミニウム合金は軽量でありながら強度が高く、ドーム形状の場合、屋根重量はコンクリート造の約1/30になります。このため、地震時等、基礎への負担が少なく、既存水槽に無補強で屋根を増設できます。また、屋根をタンク内外の地上面で組立て、クレーンやウインチで上架できるため、仮設費が低減できます。アルミニウム合金の部材は工場で製作されるため、現地における溶接や加工作業が不要となり、工期が短縮されます。



クレーン上架(ドーム)



手巻きウインチ上架



クレーン架設(覆蓋)

止水・騒音・反射

アルミニウム合金製屋根の止水性や雨音による騒音および面材の反射率等を様々な試験で確認しています。



水密性試験



散水による騒音試験



光沢度の測定

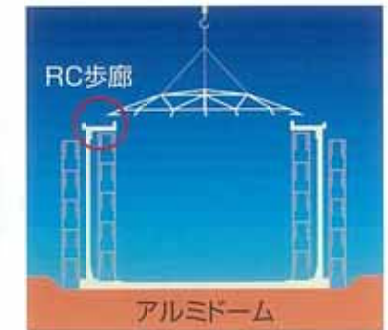
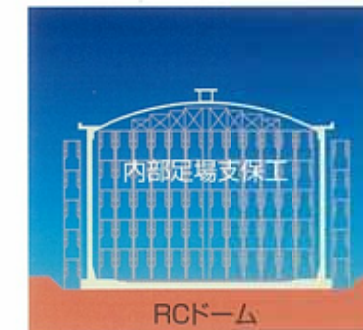
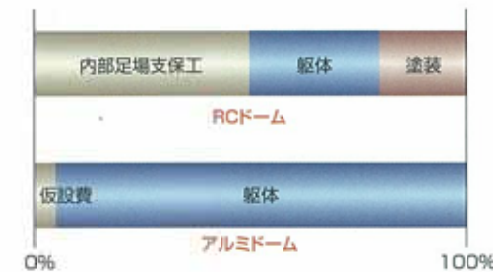
アルミニウム合金製ドーム工法

工 法	ウルトラドーム工法	アルトラス工法	ドームトラス工法
概 要			
骨組材	 特殊H型钢 (A6061相当)	 チューブ (A6063)	 特殊H型钢 (A6N01)
接 合	 ボルト接合	 はめ合い接合	 ボルト接合
屋根材	 パネル t=1.27mm (A3003相当)	 パネル t=1.5mm (A3004)	 パネル t=1.5mm (A3004)
支 承	 スライド、固定支承	 スライド、固定支承	 スライド、固定支承
製 作	輸入 (米国)	国 産	国 産
材料規格	米国アルミニウム協会規格・JIS規格相当	JIS規格	JIS規格
景 観	1辺3m程度の三角形多面体	球面形状	1辺3m程度の三角形多面体
適 用	比較的中～大型の径に適用	比較的小型の径に適用	小～大型の径に適用
備 考	1999年～	2001年～	2003年～

建設費

- RCドーム工事費の40～60%程度を占める内部支保工が不要。
- RCドーム工事費の20%程度を占める内面防食および外面防水が不要。
- タンク内外で組立て、クレーンやウインチで上架できるため、仮設費が少ない。

■屋根建設費の内訳



工期の比較

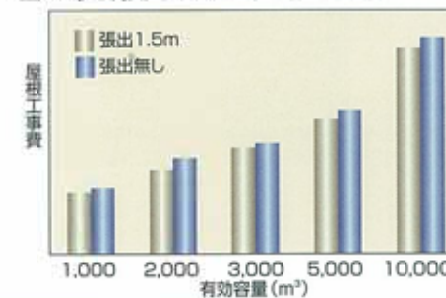
■PCタンク工期の比較 (3,500m³のケース)

	1	2	3	4	5	6	7
アルミドーム屋根	本体工事		アルミドーム組立		▲上架	底版・側壁塗装	
RCドーム屋根	本体工事		RCドーム			底版・側壁・屋根塗装	

側壁支承部の構造

- アルミドームは非常に軽量で、側壁との接合がスライド支承であるため、RCの歩廊をタンク内側に張り出すことが可能です。そのため、アルミドームの面積を小さくできます。
- RC歩廊の張出長は1.5m程度で側壁の内足場を使ってコンクリートの打設ができるため、RCドームで必要な内部支保工費用が軽減できます。

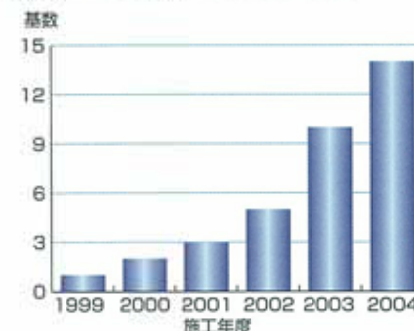
■RC歩廊張出しによる経済性の比較



写真は端部パネル施工前

実績

アルミニウム合金製屋根工法は、1999年度に施工を初めてから、着実に施工実績を増やしています。



維持管理

在来工法のRCドームの場合、一般部のコンクリート厚さが10cmから15cm程度であり、鉄筋が十分に取れないため、水道水中の塩素に対して適切な防食が必要となります。防食塗装が無い場合には、コンクリート中の塩化物イオンが鉄筋の発生濃度に達すると、鉄筋の発錆、コンクリートの爆裂等が起こります。RCドームの塗装メンテナンス時には、屋根建設費の内訳からわかるように、建設時の屋根工事費の70～80%程度の補修費用が発生します。アルミドームは、基本的にメンテナンスフリーであるため、ライフサイクルコストで非常に有利な工法です。

アルミニウム合金製覆蓋工法

■ 覆蓋の目的

- 施設の防犯対策（テロ対策等）
- 直射日光による藻類発生抑制対策
- 臭気の低減
- 遮音効果
- 保温効果

■ 覆蓋形式の選定要素

- 覆蓋のスパンの長さ
- 維持管理方法（槽内のメンテナンス内容、メンテナンス間隔）

■ 覆蓋の構造形式

固定方式

固定式覆蓋



建屋方式



- 重量が軽いので既存施設への影響が少ない。

可動方式

可動式覆蓋



- 人力で開閉できメンテナンスが可能。

浮屋根方式

フロート式



- スパンが大きくなっても構造が大型化しない。
- 既存躯体に影響がほとんどない。

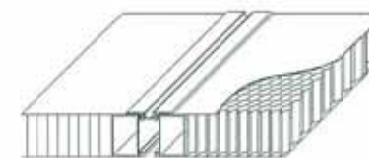
※クリーンエネルギー太陽光発電との組合せも可能です。

アルミニウム合金製覆蓋の適用スパンと構造

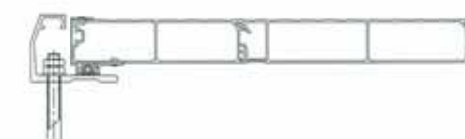
適用スパン	～約6m	約6m～約15m	約15m～
屋根形状	フラット型	切妻型、ドーム型	トラス構造
屋根構造	H型鋼+アルミパネル ハニカムパネル 嵌合接合材	H型鋼+アルミパネル	H型鋼トラス骨組 アルトラス工法
可動支承構造	片側スライド + アルミレール	両側ピン + SUSレール	—
概要図	 H型鋼+アルミパネル  ハニカムパネル  嵌合接合材（固定支承）	 H型鋼+アルミパネル  H型鋼+アルミパネル	 H型鋼トラス骨組  アルトラス工法



H型鋼+アルミパネル



ハニカムパネル



嵌合接合材

可動システム

可動システムの特長



- 三軸車輪であるので、水平移動、浮上りが無い。
- MCナイロン製の車輪で推力が小さい。
- 覆蓋と躯体の絶縁が可能。



片側スライド支承の特長



- 温度応力等の水平力が発生しないため、アルミレールが採用できる。

電動化



- 電気モーターにより、可動させることも可能。

アルミニウム合金製ドームの施工

■施工比較

RCドーム			
	足場・支保工	球面の型枠鉄筋	球面のコンクリート打設
アルミドーム			
	簡易な足場工	上架はクレーン・ウインチ	内部足場は不要

■アルミドームの組立て

			
テンションリング組立て	骨組材の組立て	パネル材の貼り付け	パネル材貼り付け完了
			
上架(クレーン)	支承部の施工	端部パネルの貼り付け	完成

■架設方法

周辺にドーム組立てのエリアがある場合



タンク周辺でドーム組立て後クレーンで上架

周辺に土地が無い場合、およびドーム径が大きい場合

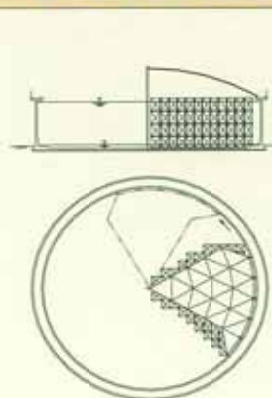


底版上で組立て後、ウインチまたはクレーンで上架

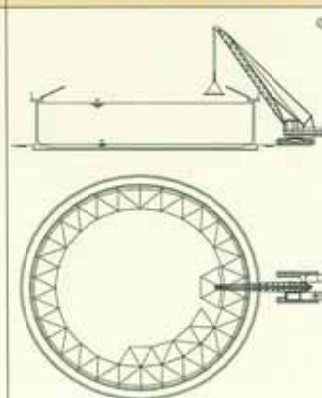
稼働しながらの施工(ファームボンド)

アルミドームは、溶接を使わず組立てができるため、ファームボンドを運用しながらの組立てが可能です。重機の進入できない場合には、人力で施工できます。

部分足場+回転施工



特殊張出足場施工



アルミニウム合金製覆蓋の施工

■オールアルミ建屋工法の施工

		
着工前	ブロック毎に地組み	クレーンにて上架
		
ブロックを結合	屋根板設置	完成

■可動式覆蓋工法の施工

		
着工前	レール設置	クレーンで設置
		
門型クレーンで設置	車輪取付状況	完成

■固定式覆蓋工法の施工

		
ブロックごとに地組み	クレーンで上架	屋根板設置

円形形状のアルミニウム合金製屋根の実績

■水道用PCタンク(新設)

神戸市水道局 新鳥原調整池
(兵庫県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:11.8m
- 1999年

習志野市 水道第2給水場
(千葉県)



- アルトラス工法
- ドーム内径:13.0m
- 2004年

桑折町 平沢中区配水池
(福島県)



- ドームトラス工法
- ドーム内径:16.5m
- 2004年

■水道用PCタンク(リニューアル)

銚子市 上野町配水場1号配水池
(千葉県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:26.3m
- 2001年

明石市 中部配水場2号PCタンク
(兵庫県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:43.4m
- 2004年

■水道用SSタンク(リニューアル)

横須賀市 阿部倉SSタンク
(神奈川県)



- ドームトラス工法
- ドーム内径:11.3m
- 2004年

■農業用ファームポンド(新設)

九州農政局 輝北2号ファームポンド
(鹿児島県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:25.5m
- 2003年

■農業用ファームポンド(リニューアル)

九州農政局 石之脇ファームポンド
(鹿児島県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:23.95m
- 2003年

鹿児島県 大野岳ファームポンド
(鹿児島県)



- ウルトラドーム工法
- ドーム内径:49.15m
- 2003年

矩形形状のアルミニウム合金製屋根の実績

■建屋方式

南アルプス市 駒場浄水場(山梨県)



- 着水井・ブロック形成池・沈殿池の覆蓋
- 施工面積:707㎡
- 2004年

■固定式覆蓋

流山市 東部浄水場(千葉県)



- 接触池
- 施工面積:120㎡
- 2003年

九州農政局 石之脇調整池(鹿児島県)



- 農業用貯水池
- 施工面積:491㎡
- 2004年

■可動式覆蓋

東京都水道局 朝霞浄水場(埼玉県)



- 急速ろ過池の覆蓋
- 16m×9.5m(6分割)×72池
- 切妻形状(H=1.2m)
- 施工面積:11,000㎡
- 2004年

東京都水道局 小作浄水場(東京都)



- 急速ろ過池の覆蓋
- 18.6m×9.35m(7分割)×16池
- 切妻形状(H=1.2m)
- トラス構造作業通路設置
- 施工面積:2,800㎡
- 2004年

八戸圏域水道企業団 白山浄水場(青森県)



- 着水井の覆蓋
- 5.0m×6.0m(2分割)
- 6.5m×6.0m(4分割)
- フラット形状
- ハニカムパネル
- 施工面積:69㎡
- 2004年

滋賀県企業庁 吉川浄水場(滋賀県)



- ブロック形成池、沈殿池の覆蓋
- 可動蓋 645㎡
- 固定蓋 117㎡
- アクリル窓付 35㎡
- 施工面積:857㎡
- 2004年

アルミニウム合金製屋根の適用

PCタンクのリニューアル

従来は、タンク内の塩素雰囲気などにより経年劣化したドーム屋根のメンテナンス時は、劣化部分の断面修復の後、防食塗装の塗り替えが行われてきました。しかしこの場合、ドーム下面からの補修であることや鉄筋腐食の進行などを考慮すると、補修の確実性は低いものと考えられます。また、人孔や作業孔から内部足場を搬入・搬出が必要で、新設時のRCドームと同程度の工期・工費が必要となります。したがってライフサイクルコストを考慮するとアルミニウム合金製屋根へのリニューアルが有利な場合が多くなります。また、劣化によりドームの架け替えが必要となった場合、アルミドームは、RCドームの再構築に比べ、工費の低減、工期の短縮が可能な工法です。



劣化したRCドーム

施工前



RCドーム解体



ウォールソーによるドーム解体



特殊ニプラによるドーム解体

アルミドーム組立



タンク外でのドーム組立・上架



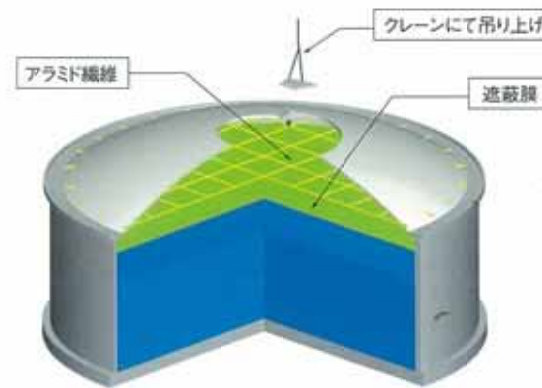
タンク内でのドーム組立・上架

完成



稼働しながらのリニューアル

劣化したRCドームの補修工法の一つとして、給水を中断することなく、RCドームを撤去し、アルミドームに架け替える工法もあります。



鋼製タンクへの適用

アルミドームは、鋼製タンクにも適用でき、劣化した鋼製屋根をアルミドームに架け替えることも可能です。



施工前



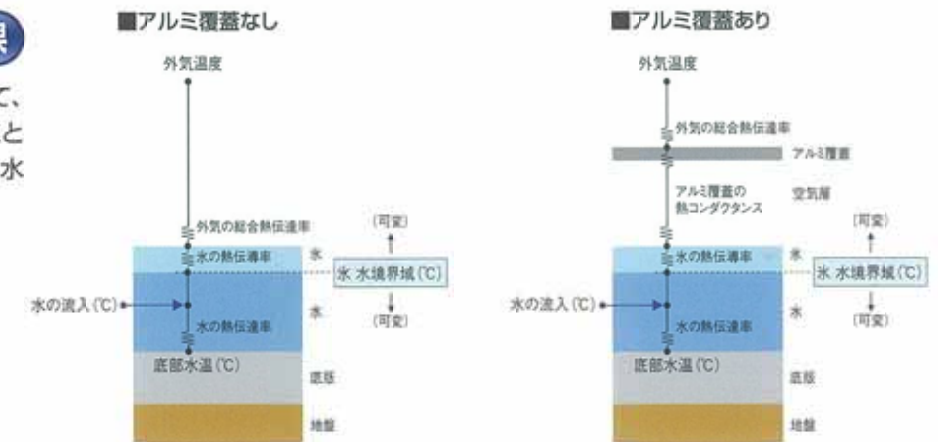
鋼製屋根解体



完成

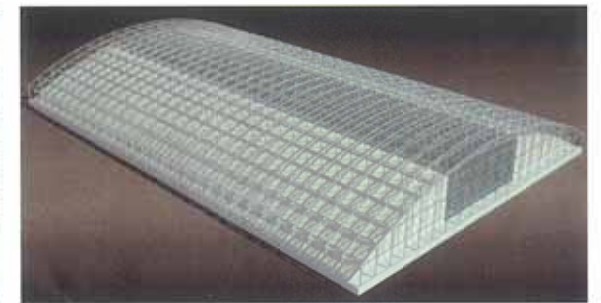
アルミニウム合金製屋根による保温効果

寒冷地等で冬場の池内の水温低下に対して、アルミニウム合金製の屋根を設置することにより、オープン水槽に比べ、水槽内の水温の低下を抑えることができます。



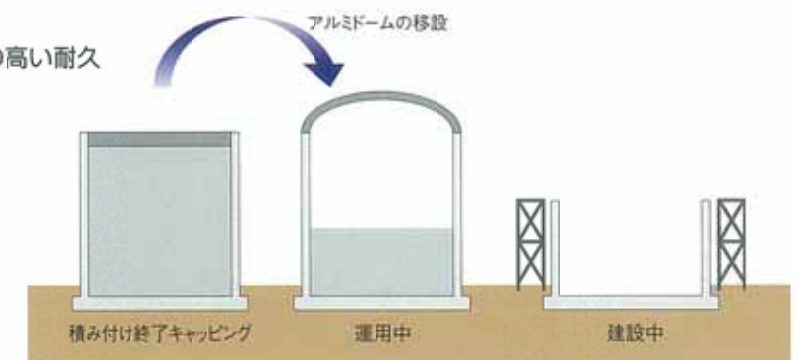
下水処理場

固定式、可動式の屋根に加えて、処理施設全体を覆う大型屋根も可能です。



最終処分場

最終処分場の屋根として、アルミニウム合金製屋根の高い耐久性と軽量性を生かして転用することも可能です。



油タンク

油等の鋼製タンクの屋根として適用可能です。

