

エポキシパイプとポリエステルパイプの比較

まず、エポキシシステムとポリエステルシステムの基本的な違いですが、エポキシの方がポリエステルに比較し、樹脂その物が強度的にも強くタフです。また温度範囲も広く、腐食にも強く、特に苛性、酸性にその特徴を発揮します。

これらの特徴があるため、エポキシパイプはポリエステルパイプに比較し、より多様な用途の適用に適しています。エポキシパイプの接続部分は、ポリエステルに比較し、より強く信頼性があります。

エポキシシステムで作られるパイプは、より高度な技術が要求されます。すなわち、エポキシパイプの製造にはポリエステルと比較し、より高度な機器・機械が必要になります。このため、エポキシパイプの設計製造には、正確なキッチンとした「設計と企画」が要求され、トライアルアンドエラーで作ることは出来ません。

この製造する側のポイントは、エンドユーザーにメリットをもたらす事にあります。エポキシ樹脂を処理するのにオーブンが必要になりますが、結果としてパイプは高い耐熱性を持つようになります。高価な機器装置も必要ですが、正確な設計が出来、資源(材料)の無駄もなくなるというメリットも生じます。

ポリエステルは、その処理が比較的低い温度でなされます。また「手作り」も可能なほど、容易です。処理時間は、樹脂の触媒の割合を変えることで変更が可能です。またある種の、苛性、酸性に強いという特性もあります。

一方で、耐熱性はあまり良くありません。加えるに、多くの製造者は周囲温度か熱傾斜方式を使いますので、耐熱性は更に下がりますので、エポキシ樹脂システムほど強いものはできません。温度を上げて処理しますと、樹脂は更にもろくなり、衝撃に弱くなってしまいます。

樹脂に混ぜる触媒の割合が小さいので、その許容範囲は微妙です。触媒の量の微妙な違いも製品特性に影響を及ぼします。

エポキシとポリエステルのパイプの製造は ASTM D2996 に従ってなされ、またテストは ASTM D2992 によってなされています。テストデーターによりますと、エポキシパイプの水圧ストレステストデーターはポリエステルよりも高い事を示しています。従ってある内圧には、ポリエステルパイプの肉厚はエポキシよりも厚い必要があることになります。言い換えますと、同じ肉厚のエポキシとポリエステルパイプを比べますと、エポキシパイプの方が長持ちをする事を示しています。具体的に言いますと、もしポリエステルパイプが 20 年持つとしますと、エポキシパイプはそれ以上持つと言うことになります。

GENERAL COMPARISON OF PROPERTIES

Properties	Polyester	Vinylester	Epoxy	Benefits of Epoxy
Tensile strength	50 – 70 MPa	60 – 75 MPa	65 – 80 MPa	Stronger
E-modulus	90 – 100 MPa	100 – 115 MPa	100 – 150 MPa	Stronger
Elongation	1.5%	1.7%	2 to 5%	
Shear strength	10 – 20 MPa	20 – 30 MPa	30 – 50 MPa	Stronger
Heat distortion in °C	60 to 80	70 – 90	180	Higher medium temp.
Max. allowable temp. in °C (continuous/ peak)	60 to 80	70 – 90	110 to 130	Higher temperature resistance
Hydrostatic design (hoop) stress N/mm ² (±5° pipe, biaxial loaded)	15 – 35	45 – 50	63 – 80	Stronger
Reduction of stiffness in 50 years	40%	25%	10%	Low
Shrinkage during curing, %	7	7	1 to 2	Lower internal stress due to shrinkage
Chemical resistance	Fair	Good	Good	More versatile

Note : Comparison is made using the same reinforcement structure
i.e. winding angle of 54 degrees.

COMPARISON TABLE BETWEEN AMERON & ITALIAN MANUFACTURERS

(A)		AMERON	ITALIAN
1	Resin type	Epoxy Resin – Epixote 827	Isophthalic Resin – Savid SpA – Como – Italy
2	Fiberglass	Owens Corning – USA PPG – USA	Owens Corning – MI – Italy
(B) COMMENTS BY SHELL EP/ 23.34		EPOXY	POLYESTER
3	Mechanical Properties	1.4 >	1
4	Stiffness at 5% Deflection	1.5 >	1
5	Impact Resistance	Higher	-
6	Weeping Strength	1.6 >	1
7	Beam Deflection	1.4 >	1
8	Temperature Resistance	150°C	100°C
9	Weather Resistance	Better	-
10	Chemical Resistance	Better	-
(C) GENERAL COMMENTS			
11	Quality	ISO 9001	Uncertain
12	IMO Guidelines (Fire Endurance)	Level 3	Uncertain
13	Experience Shipboard Application	Since 1969	1984

MANUAL

DESIGN AND INSTALLATION OF GLASS-FIBRE
REINFORCED EPOXY AND POLYESTER PIPING

DEP 31.38.70.24-Gen.

JUNE 1988

DESIGN AND ENGINEERING PRACTICE

USED BY

COMPANIES OF THE ROYAL/DUTCH SHELL GROUP



- (2.2) Such curing agents as amines (aliphatic and aromatic), polyamides and acid anhydrides should therefore only be used in the stoichiometric ratio. An excess or a shortage of curing agent has an unfavourable effect on the final properties.

The cross-linking of polyester resins with a co-reactant such as styrene is initiated by free radical polymerization catalysts such as an organic peroxide and can be promoted by organic compounds such as naphthenates and anilines.

The amount and type of catalyst and promoter determine the curing time, while the type of polyester determines the final properties. The mixing ratio is not so critical as with epoxy resins.

CAUTION: The promoter shall be mixed into the polyester resin prior to the addition of the catalyst. If the promoter and catalyst are combined directly together, an explosion will occur.

The major classes of polyester resins are:

- Orthophthalic polyesters These resins are not considered of importance for chemical resistant use.
- Isophthalic polyesters These resins are generally considered to be the simplest chemically resistant polyesters.
- Bisphenol-A polyesters These resins have an improved chemical resistance.
- Vinyl ester resins These resins are epoxy-based; however, with respect to cross-linking they are similar to polyester resins.

2.3 MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

In the mechanical and physical properties there is also a distinct difference between glass-fibre reinforced epoxy and polyester resins (see Appendix 1).

On comparison these properties of GRE with those of GRUP it is noticed that:

- (a) mechanical properties (short term and long term) are about 1.4 times higher;
- (b) stiffness at 5% deflection is about 1.5 times higher;
- (c) impact resistance is higher;
- (d) weeping strength is 1.6 times higher;
- (e) beam deflection is 1.4 times higher;
- (f) temperature resistance is higher (150 °C versus 100 °C);
- (g) weather resistance is better. The impact resistance of GRP compared to steel is relatively low. The impact resistance is affected by:

1. Wall thickness

The impact resistance increases with increasing wall thickness.

QUALITATIVE SUMMARY OF GRP PERFORMANCE

	Chemical resistance			Other properties		
	Acids	Alkalies	Solvents	Processability	Strength	Heat resist.
EPOXY RESINS						
aliphatic amine-cured	+	+	+	+	+	+
aromatic amine-cured	+	+	++	+	++	++
acid anhydride-cured	+	-	+	+	+	+
POLYESTER RESINS						
isophthalic types	+	-	+	+	+	+
bisphenol-A types	+	±	±	±	+	±
VINYLESTER RESINS						
n = 0 ¹⁾	+	+	+	+	++	+
n = 2	+	+	±	+	++	+

++ — Very good
 + — Good
 ± — Fair
 - — Poor

¹⁾ n-value indicates the molecular weight of the epoxy resin-based component.