



# RÖCHLING

## Lignostone® Transformerwood® High-performance insulation components for oil filled power transformers

油入電力変圧器用高性能絶縁材料



Lignostone®

Laminated densified wood  
積層木材

# The experience of one century

## 100年にわたる実績



For almost one century Röchling Engineering Plastics SE & Co. KG has been manufacturing the insulation material Lignostone® Transformerwood® for use in oil filled transformers. This outstanding material enjoys an excellent reputation within the international transformer industry.

## What is special about Lignostone® Transformerwood®?

### Selected red beech veneers from highest quality are used

Of all known timbers the wood of the red beech (*Fagus sylvatica*) has the best electrical and mechanical characteristics with respect to the use as insulation material in oil-filled transformers. These trees only grow in Europe. The peeled veneers used for Lignostone® Transformerwood® are subject to stringent quality specifications and come from sustainable forest management.

### Large dimensions up to 4,200 x 3,400 mm

Large sheets and tangentially layered rings allow the production of large-sized, one-piece components, such as pressure rings and beams, with high mechanical strength and exact specific weight.

### Utilisation of modern hydraulic presses with very close press tolerances

Sheets with tight tolerances minimize the need for further processing. In many cases planing or sanding is not necessary.

### Moisture content < 5 %

The lower moisture content reduces the drying time during the vapourphase and thus saves energy and costs. In addition, it reduces the risk of corrosion of metal parts of the active part of the transformer. You are buying wood, not water!

### Fast oil absorption

Due to its continuous capillaries Lignostone® Transformerwood® can be dried very quickly and filled with oil air-free. This reduces the energy consumption and makes Lignostone® Transformerwood® resistant to high-voltage.

### 100% metal detected

During its manufacturing Lignostone® Transformerwood® is tested with modern metal detectors up to four times on potential dangerous metal inclusions. Each veneer is metal checked.

### Own high-voltage and materials laboratory

Röchling has its own laboratories for performing mechanical and electrical testing (up to 200 kV under oil). Thus our products always meet international standards.

### World-wide machining centres

Röchling has its own machining factories, warehouses with semi-finished products and qualified partner companies on the spot worldwide. This allows personal counselling, short routes and quick delivery times.

### We are ISO 9001:2008 certified

Our Quality Management System has been certified since 1994 and thus ensures our continuously high product and service quality and process reliability.

### R&D in cooperation with the University of Osnabrück

Unlike any other supplier in the world, we have sound, scientifically exact evidence regarding the electrical properties of our materials. We work closely with the High Voltage Laboratory of the Hochschule Osnabrück – University of applied sciences, where we obtain PD values of Lignostone® Transformerwood®.

約一世紀にわたり、ロシェリング社(Röchling Engineering Plastics SE & Co. KG)は油入変圧器用の絶縁材料 Lignostone®Transformerwood®を製造して参りました。Lignostone®Transformerwood®は世界の変圧器業界において、最高の評価を頂いております。

## Lignostone® Transformerwood®変圧器用強化木の特徴は何ですか？

### 厳選された最高品質の赤ブナ材

数ある種類の樹木の中でも、赤ブナ（セイヨウブナ）は油入変圧器の絶縁材料として、電気特性及び機械特性が一番優れています。この赤ブナはヨーロッパのみで採木可能です。“Lignostone Transformerwood”はこの赤ブナの単板を原料とし、また、厳しい品質仕様と持続可能な森林管理をベースに生産しております。

### 最大4,200x3,400mmの大判サイズ

シートサイズが大きく、リングが接線方向に積層されることにより、プレッシャーリングやビームなどは一体型の製品として生産できるので、高い機械強度と正確な重量が保たれます。

### 最先端の水圧プレスによる非常に精密なプレス公差

精密な寸法公差により後工程が大きく削減されます。この方法により、多くの場合、平削りやサンダー処理をする必要がなくなります。

### 水分含有率は5%未満

水分含有率が低いので気相時の乾燥時間が短縮でき、電力エネルギーと費用を節減できます。加えて、変圧器の金属部の侵食のリスクを低減できます。ご購入頂きたいのは水ではなく木材です！

### 速い油吸収性

毛細管が連続している為、Lignostone® Transformerwood®変圧器用強化木は速乾性に非常に優れており、空気を含まずに油で満たすことができます。これにより、省エネルギーで高電圧に耐えることができます。

### 完全な金属探知システム

Lignostone® Transformerwood®変圧器用強化木は、製造過程で最大4回の金属検査を受けます。また、単板は一枚ずつ金属検査を行います。

### 自社の高電圧および材料試験室

当社は試験室を所有しており、機械的及び電気的試験(最大200kV・油中)が可能です。常に国際規格に沿った製品をご提供します。

### 世界中に広がる加工センター

当社は加工センターと準完成品の倉庫、さらに基準を満たした協力会社を世界中に所有しております。これにより、個々のお客様にきめ細かいサービスや迅速な対応、さらに短納期が可能となっております。

### ISO9001・2008取得

当社の品質管理システムは、1994年にISO9001・2008を取得して以来、製品・サービスにおける高品質、さらに製造工程の信頼性を継続的に維持しております。

### オスナブルク大学との共同研究開発

材料の電気特性に関して、はっきりとした科学的裏付けを持っているのは当社だけです。当社は、オスナブルク大学応用科学学部の高電圧実験室と密接な協力関係にあります。Lignostone® Transformerwood®変圧器用強化木のPD値は、この実験室で取得しています。

# Our standard range

## 製品標準サイズのご案内



### Sheets

Standard size:  
2000x1000x10 to 120 mm  
2000x1200x10 to 120 mm  
2000x1300x10 to 120 mm  
2000x1600x10 to 120 mm  
2400x2000x10 to 120 mm

Other sizes on request.  
Maximum size: 4200 x 3400 mm  
Thickness up to 300 mm

### シート

Standard size:  
2000 x 1000 x 10~120mm  
2000 x 1200 x 10~120mm  
2000 x 1300 x 10~120mm  
2000 x 1600 x 10~120mm  
2400 x 2000 x 10~120mm

他のサイズについては、お問い合わせください。  
最大可能サイズ：4200 x 3400mm  
最大厚：300mm



### Coil clamping rings

Single piece up to 3400 mm in diameter with tangential or crosswise lamination.

Thickness up to 300 mm

### コイル取付リング

リングの直径若しくはクロス積層で、一体型最大3400mmまで対応可能です。

最大厚：300mm



### Pressure beams

Single piece up to 5500 mm in length fully machined.

Thickness up to 300 mm

### ビーム

最大長さ5500mm（加工後）まで一体型で対応可能です。

最大厚：300mm



### Fasteners

M8 – M24 ex stock  
Standard length: 1000 mm

### 留め具

M8 - M24 常に在庫があります

### Round rods

Standard length: 2000 mm  
Diameter 6 to 28 mm

### 丸棒

標準長さ：2000mm  
直径：6 - 28mm



### Machined components

The fabrication of CNC machined components as per drawings is our strength. We utilize versatile modern CNC, special and automatic machines.

### 加工部品

図面通りのCNC加工は当社の強みの一つです。  
最先端のCNC工作機械でお客様のご要望にお答えします。



Over the decades Lignostone® Transformerwood® has proved an indispensable construction and insulating material, particularly for power and distribution transformers and ideal for these applications.

Common components made of Lignostone® Transformerwood® are:

- Top and bottom coil clamping rings or multi-sectional pressure parts
- Platforms
- Pressure beams
- Lead and cleat support
- Step blocks
- Shield rings
- Potential rings
- Pressure blocks
- Fasteners

Lignostone® Transformerwood® 变压器用強化木は、  
とりわけ電力用及び配電用変圧器には  
欠かせない理想的な絶縁材料として、  
数十年にわたり認知されてきました。

Lignostone® Transformerwood® 变压器用強化木の  
主な用途は以下の通りです。

- 上下コイルクランプ・支持板
- 基本骨格（プラットフォーム）
- ビーム
- リード支持板・およびクリートサポート
- ブロック
- シールドリング
- ポテンシャルリング
- 圧力用ブロック
- 留め具

Power transformer with  
Lignostone® Transformerwood®  
insulating parts  
(672 MVA / 525 kV)  
Lignostone® Transformerwood®  
変压器用強化木を使用した  
電力トランス(672MVA/525kV)



Multi-sectional pressure part  
支持板



Step blocks  
ブロック

Tangential laminated coil clamping ring  
接線積層コイルクランプリング  
(MX/2-E3, 1,300 kg, 2900 x 2590 x 100 mm)

## Material description 材料について

Lignostone® Transformerwood® is a laminated densified wood according to IEC 61061. It consists of red beech veneers, which are joined together with thermosetting synthetic resins under high pressure and heat.

Lignostone® Transformerwood® is characterized by the following properties:

- Good electrical insulation properties
- High mechanical strength at low specific density
- Easy and fast to dry
- Very good oil absorption

Lignostone® Transformerwood® 変圧器用強化木は IEC61061に基づいて積層された圧縮木材です。原材料は赤ブナで、熱硬化性の合成樹脂を単板に塗布し、圧力と熱をかけて積層した製品です。

Lignostone® Transformerwood® 変圧器用強化木の特徴：

- 優れた電気的絶縁特性
- 低密度でも高い機械強度
- 優れた速乾性
- 優れた油吸収性



II = crosswise  
クロス積層



I = parallel  
平行積層



X = tangential  
接線積層

Different laminations  
様々な積層方法

Red beech peeled veneers (Fagus sylvatica)  
赤ブナ单板



## Key to identification 種類の識別

### Key to identification 種類の識別

	Key 表示	Explanation 内容	
Degree of density <b>密度等級</b>	L	Low density 低密度	Specific gravity: 比重 0,75 – 1,10 g/cm <sup>3</sup>
	M	Medium density 中密度	Specific gravity: 比重 1,10 – 1,30 g/cm <sup>3</sup>
	H	High density 高密度	Specific gravity: 比重 1,30 – 1,40 g/cm <sup>3</sup>
Lamination <b>積層</b>	I	parallel 平行積層	
	II	crosswise クロス積層	
	X	tangential 接線積層	
Veneer thickness <b>単板厚み</b>	2	$\geq 2 \text{ mm}$	
Resin <b>樹脂</b>	E3	Resin for electrical applications 電気用樹脂	
Veneer quality <b>単板品質</b>	(SQ)	Standard quality 標準品質	Field strength E at onset of PD: <b>3,3 kV/mm<sup>1)</sup></b> 部分放電開始時の電界強度  Fulfils the requirements of IEC 61061 IEC61061基準値を満たす
	(HQ)	High Quality 高品質	Field strength E at onset of PD: <b>4,7 kV/mm<sup>1)</sup></b> 部分放電開始時の電界強度  Surpasses the requirements of IEC 61061 IEC61061基準値を上回る
	(TQ)	Top Quality 最高品質	Field strength E at onset of PD: <b>5,1 kV/mm<sup>1)</sup></b> 部分放電開始時の電界強度  Surpasses by far the requirements of IEC 61061 IEC61061の規定値を大幅に上回る

<sup>1)</sup> 1% probability Weibull distribution. The measuring sensitivity for all measurements of PD was < 2 pC  
ワイブル分布確率 1%。全ての部分放電の測定感度は 2 pC 以下

**Example: LII/2-E3 (SQ) means:**

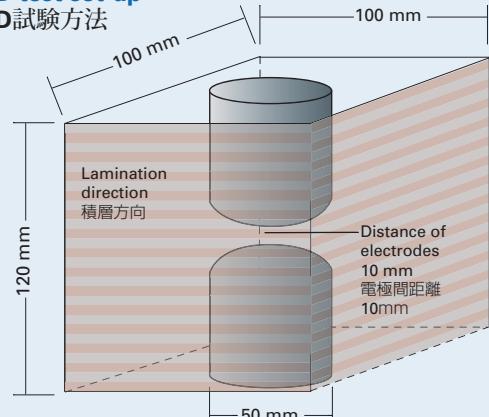
Low density – crosswise lamination – veneer thickness  $\geq 2\text{mm}$  – electric type – Standard quality

例：LII/2-E3(SQ) という表記の場合

低密度-クロス積層-単板厚み $\geq 2\text{mm}$ -電気用-標準品質

## Partial discharge test (PD) 部分放電試験 (PD)

### PD test set-up PD試験方法

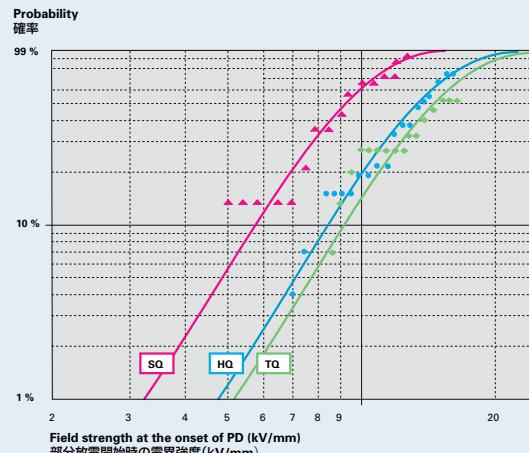


Sizes of the test sample  
試験サンプル寸法



Testing of PD under oil (Shell Diala D)  
油中PD試験 (Shell Diala D絶縁油)

### Test results 試験結果



(Source: University of applied sciences / 出典：応用科学大学)

# Technical Data

## 技術データ

Designation 表示		Röchling	L1/2-E3 <sup>3)4)</sup> (SQ),(HQ),(TQ)	M1/2-E3 <sup>3)4)</sup> (SQ),(HQ),(TQ)	LII/2-E3 <sup>3)</sup> (SQ),(HQ),(TQ)	MII/2-E3 <sup>3)</sup> (SQ),(HQ),(TQ)	LX/2-E3 <sup>2)3)5)6)</sup> (HQ),(TQ)	MX/2-E3 <sup>2)3)5)6)</sup> (HQ),(TQ)	
		IEC 61061	P1R	P4R	C2R	C4R	T2R	T4R	
		DIN 7707	KP 20212	KP 20214	KP 20222	KP 20224	KP 20242	KP 20244	
		Standard 規格	Sample size サンプル 寸法	Unit 単位	parallel packed 平行		cross packed クロス		tangential packed 接線方向

Mechanical properties 機械的特性	Specific gravity 比重	IEC 61061	—	g/cm <sup>3</sup>	0,85 IEC 61061: 0,7-0,9	1,25 IEC 61061: 1,2-1,3	0,95 IEC 61061: 0,9-1,1	1,25 IEC 61061: 1,2-1,3	0,95 IEC 61061: 0,9-1,1	1,25 IEC 61061: 1,2-1,3
	Flexural strength 曲げ強さ	+	DIN EN ISO 178	500x20x20 mm Support distance: サポート距離 320 mm	MPa	140	200	110	130	130
	Modulus of elasticity in flexure <sup>1)7)</sup> 曲げ弾性率	+	DIN EN ISO 178	500x20x20 mm Support distance: サポート距離 320 mm	GPa	11	16	9	11	11
Physical properties 物理的特性	Compressive strength 圧縮強さ		DIN EN ISO 604	10x10x10 mm	MPa	100 55	120 90	200 70	230 90	120 80
	Oil absorption 吸油率		IEC 61061	—	%	30	7	25	7	25
	Moisture content 含水率		IEC 61061	—	%	5	5	5	5	5
Electrical properties 電気的特性	Operating temperature limit 最高使用温度		DIN 7707	—	°C	105	100	105	100	105
	Volumen resistivity 体積抵抗率		IEC 60093	—	x cm	10 <sup>12</sup>				
	Electric strength 貫層耐電圧	90 °C	IEC 60243	—	kV/ 3 mm	SQ: 45 HQ: 50 TQ: 55	HQ: 50 TQ: 55			
	Electric strength 沿層耐電圧	90 °C	IEC 60243	—	kV/ 25 mm	SQ: 70 HQ: 80 TQ: 90	HQ: 80 TQ: 90			
	Dissipation factor 誘電正接	50 Hz 25 °C	IEC 60250	100x100x10 mm oil impreg- nated 油含浸	tan δ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Relative permittivity 比誘電率		IEC 60250	100x100x10 mm oil impreg- nated 油含浸	ε <sub>r</sub>	3,7	4,1	3,7	4,1	4,1

## Remarks

- 1) Direction A, the fibers of the outside veneers must run in the longitudinal direction of the specimen.
- 2) Mechanical values depend on the average ring diameter.
- 3) Corresponding reduction and safety factors are to be taken into account when dimensioning insulating components. For mechanical loads please consider the support span to thickness ratio. For the performance of the mechanical and electrical tests the specimens were treated according to IEC 61061-2 Item 3.
- 4) Parallel laminated types contain up to 20% transverse fibers.
- 5) Tangential laminated rings have up to 20% radial grain.
- 6) Tangential laminated rings we manufacture only in High-Quality (HQ) and Top-Quality (TQ).
- 7) Parallel laminated types must be present in the tension zone at least four longitudinal layers.

|| = parallel to the lamination

\_| = perpendicular to the lamination

The data mentioned in this brochure are **average values** ascertained by current statistical returns and tests. The above data is provided purely for information and shall not be regarded as binding unless expressly agreed in a contract of sales.

## 注記

- 1) 試験片は積層表面の繊維方向が長手方向になるように採ります。
- 2) 機械特性値はリングの直径によって異なります。
- 3) 絶縁部品の寸法を決める際には相応の減少率および安全率を考慮ください。機械的負荷については、厚さ比による支持距離を考慮ください。  
機械的特性および電気的特性試験の性能については、IEC61061-2第3項に準拠しています。
- 4) 平行積層材には、積層に垂直方向の単板が最大20%含まれています。
- 5) 接線方向積層のリングには、放射状の材料が最大20%含まれています。
- 6) 接線方向積層のリングはHQ材およびTQ材のみです。
- 7) 平行積層材は最低4枚連続して、長手方向の積層が必要です。

|| = 積層に平行

\_| = 積層に垂直

このカタログに記載されているデータは現行の統計と試験によって得た平均値です。これらの数値は参考値であり、売買契約によって明記されない限り拘束力はありません。

## Fasteners 留め具

### Lignostone® Transformerwood® Fasteners properties:

- Good electrical insulation properties
- High mechanical strength
- Resistant to transformer oils, weak acids and bases
- Corrosion resistant
- Non magnetic

### Lignostone® Transformerwood® ファスナーの特徴：

- 優れた電気絶縁性
- 高い機械強度
- 変圧器絶縁油に対する高い耐油性  
弱酸性および弱塩基性
- 耐食性
- 非磁性



Lead support  
リードサポート



Threaded rods  
and nuts  
ネジボルトと  
ナット



## Square nuts 絶縁四角ナット

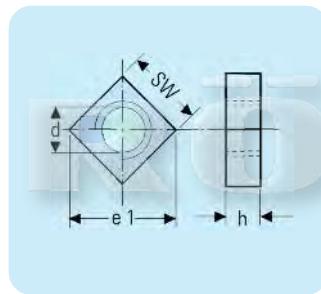
Lignostone® Transformerwood® square nuts are available in M8 – M24 with  $h = d$  ex stock.

Lignostone® Transformerwood® サイズ：  
M8-M24まで  $h = d$  在庫品



### Standard range square nuts 製品標準サイズのご案内 絶縁四角ナット

Nominal diameter 呼び径	SW mm	e1 mm	h mm
M8	14	20	10
M10	19	27	10
M12	24	34	12
M16	32	45	16
M20	36	51	20
M24	46	65	24



On request we produce Lignostone® Transformerwood® nuts in addition to those listed metric sizes in inch thread sizes.

Special sizes can be produced on request.

上記のメートル法によるサイズの他、インチ法によるネジサイズも可能です。

ご要望により特別なサイズの製品も製造可能です。

## Threaded rods 絶縁全ねじボルト

Standard nominal diameter:  
M8 – M24 ex stock

Standard length: 1000 mm

Other sizes upon request.

呼び径：M8からM24まで  
在庫品

標準長さ：1000mm

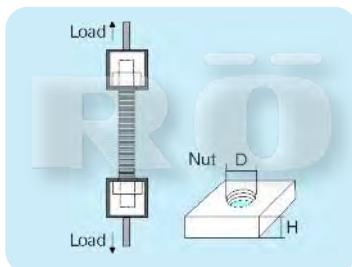
他の寸法に関してはお問い合わせください。



# Fasteners 留め具

## Tensile strength 引張強さ

Nominal diameter 呼び径	Nut height ナット高さ $h = 1 \times d$	Nut height ナット高さ $h = 2 \times d$
M8	2700 N	4500 N
M10	3000 N	7000 N
M12	6000 N	12000 N
M16	12000 N	21000 N
M20	16000 N	28000 N
M24	20000 N	32000 N



Used test set up  
Pulling speed: 5mm/min  
Clamping length: 250 mm

試験方法：  
引張速度：5mm/分  
取付長さ：250mm

Average values  
平均値

## Starting torque 起動トルク

Nominal diameter 呼び径	Nut height ナット高さ	Non lubricated thread 潤滑油無し		Oiled thread 潤滑油あり (SAE 30)	
		$M_A$ (Nm)	$F_V$ (N)	$M_A$ (Nm)	$F_V$ (N)
M8	$h = 1 \times d$	2,0	1700	3,0	2500
	$h = 2 \times d$	2,0	1700	3,0	2500
M10	$h = 1 \times d$	5,2	2500	6,8	3200
	$h = 2 \times d$	5,2	2500	7,0	3500
M12	$h = 1 \times d$	8,5	3000	10,4	4100
	$h = 2 \times d$	8,5	3700	13,8	5500
M16	$h = 1 \times d$	25,0	6100	32,0	10100
	$h = 2 \times d$	25,0	6100	32,0	10100
M20	$h = 1 \times d$	33,0	9500	56,0	15300
	$h = 2 \times d$	33,0	9500	56,0	15300
M24	$h = 1 \times d$	40,0	12000	64,0	17500
	$h = 2 \times d$	40,0	12000	64,0	17500

Average values for the starting torque  $M_A$  and the Pre-load  $F_V$

起動トルクMAおよび前負荷FVの平均値

## Round rods 丸棒

Lignostone® Transformerwood® rods are available in a diameter of 6–28 mm available with a standard length of 2,000 mm ex stock.

直径：6–28 mm  
標準長さ：2,000 mm

他の寸法に関しては  
お問い合わせください。

Special sizes can be produced  
upon request.



## Insulating components for traction transformers

### 車両用変圧器用絶縁部品

A reliable power supply is vital for locomotives. We are a system supplier offering fully assembled components for traction transformers. These parts provide an extremely high level of electrical insulation combined with very good mechanical strength. They are successfully used since decades in mineral oil and synthetic ester e.g. Midel® 7131.

Röchling社は車両用変圧器の絶縁部品をシステム化してご提供します。高い絶縁強度と機械強度を合わせ持ち、何十年にわたり鉛油やMidel®7131のような合成エステルに使用されてきました。

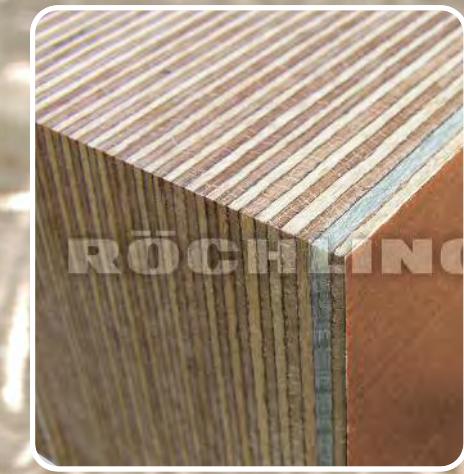
Insulating components with Durostone® Fasteners  
Durostone®留め具と絶縁部品の組み合わせ



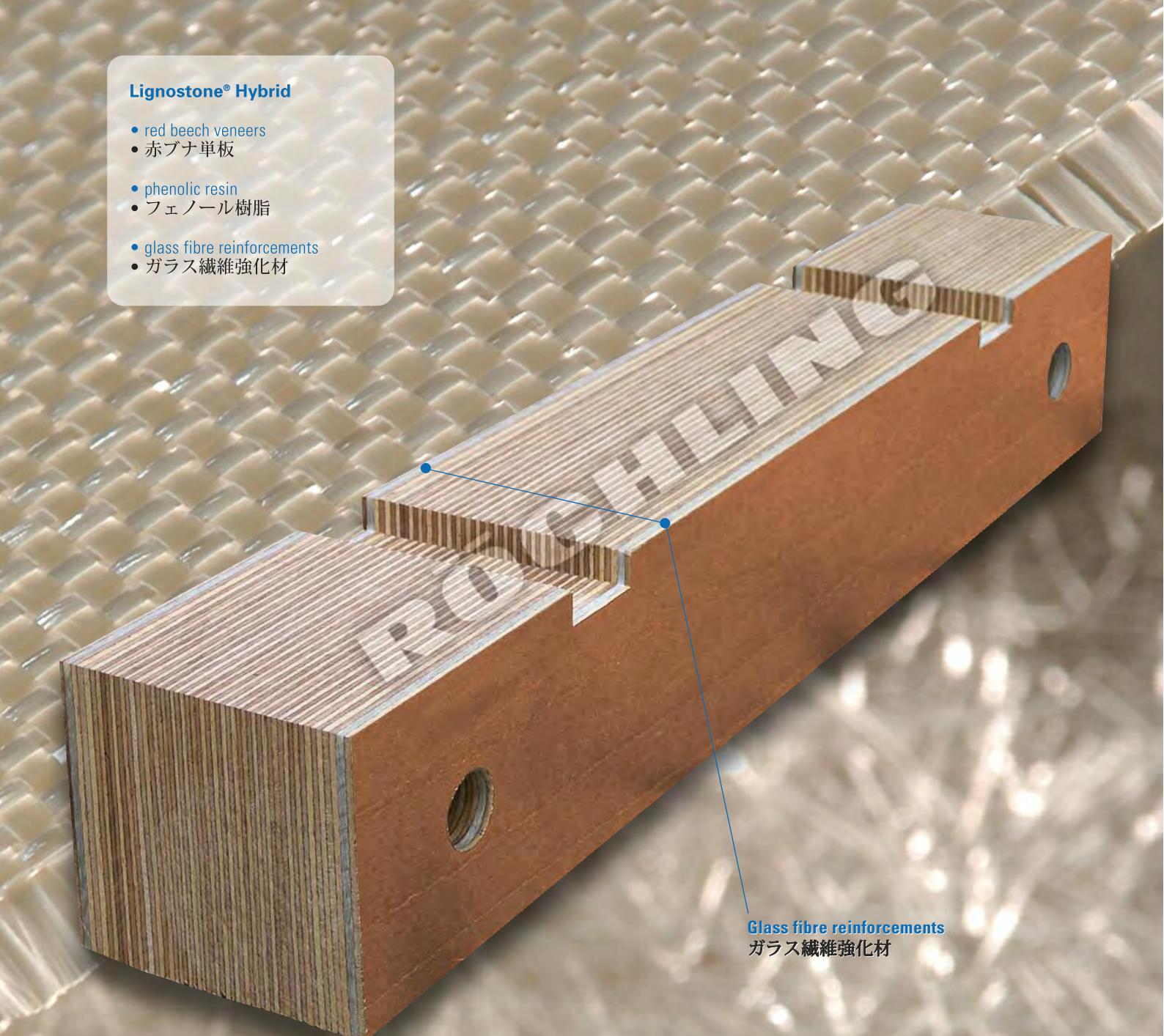
Traction transformer of the Velaro Rus, Siemens  
Siemens社、Velaro Rus車両用変圧器

### Lignostone® Hybrid

- red beech veneers
- 赤ブナ単板
- phenolic resin
- フェノール樹脂
- glass fibre reinforcements
- ガラス繊維強化材



Glass fibre reinforcements  
ガラス繊維強化材



# Lignostone® Transformerwood® Hybrid

## The innovation of a classic

One big advantage of Lignostone® Transformerwood®, over laminated pressboard, is the higher mechanical strength. Röchling improved this by **up to 40 %** by adding two FRP-layers.

Typical transformers, where Lignostone® Transformerwood® Hybrid is used, are for example:

- Oil-filled power transformers
- Oil-filled distribution transformers
- Traction transformers
- Furnace transformers
- Special transformers

## Benefits by using

### Lignostone® Transformerwood® Hybrid:

- Higher mechanical strength without changing dimensions
- Possibility of design optimization in associated with high cost savings by dimension reductions
- Reduction of size and weight

We produce all Lignostone® Transformerwood® grades also as Lignostone® Transformerwood® Hybrid including tangential layered hybrid rings.

Please ask for our technical data sheets including PD values.

## イノベーションポイント

Lignostone® Transformerwood® Hybridの大きな利点の一つは高い機械強度にあります。Röchling社は2層のFRP層を追加することにより40%機械強度を上げることに成功しました。

Lignostone® Transformerwood® Hybridが使用される変圧器例：

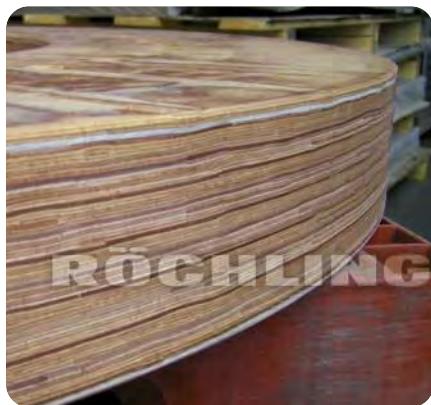
- 油入電力変圧器
- 油入配電用変圧器
- 車両用変圧器
- 炉用変圧器
- 特殊変圧器

## Lignostone® Transformerwood® Hybrid を使用することによる利点：

- 尺寸そのままより高い機械強度が見込めます
- 尺寸のコンパクト化による大幅なコストカットで変圧器設計の最適化が可能
- 尺寸と重量の軽減

Lignostone® Transformerwood® HybridはLignostone® Transformerwood®と同様の製品ラインナップを揃えています。接線方向積層リングはHybridでも可能です。

部分放電等のデータシートに関してはお問い合わせください。



Power transformer with  
pressure rings  
Lignostone® Transformerwood®  
MX/2-E3 Hybrid

Lignostone® Transformerwood®  
Hybrid材MX/2-E3 Hybridの  
リングを使用した電力ト  
ランス

**Röchling Engineering Plastics SE & Co. KG**

Röchlingstr. 1  
49733 Haren/Germany  
Tel. +49 5934 701-0  
Fax +49 5934 701-337  
[info@roebling-plastics.com](mailto:info@roebling-plastics.com)  
[www.roebling.com](http://www.roebling.com)

**Our sales partner for composites in Japan  
日本総代理店**

キクデンインターナショナル株式会社  
〒223-0059  
神奈川県横浜市港北区北新横浜1-2-5  
Tel: 045-543-2241  
Fax: 045-543-2245  
Email: [trading@kikuden.co.jp](mailto:trading@kikuden.co.jp)  
[www.kikuden.co.jp](http://www.kikuden.co.jp)

