

ECB制造的密封卷材的时效特性

技术文献

Leopold Glück ¹⁾

结构密封和土工结构(水池,蓄水湖,运河,隧道等)用乙烯共聚体沥青(ECB)制造的密封卷材的长期特征

ECB制造的塑性密封卷材被用于土木工程来有效地密封平屋顶、露台、隧道、大坝、池塘、蓄水池、垃圾填埋场和许多其他结构上,已经有40年的历史。

ECB密封卷材能用在任意十分寻常的条件下。在长期应用中,它们也能够应对常规结构应变,如机械的,温度的,生物的和化学应变。

1) Dipl.-Ing.(FH) Leopold Glück, 于FH Würzburg-Schweinfurt取得塑料工程技术学位。1981至2003年在Süddeutsche Kunststoffzentrum担任助理研究员。2003年被授予专家职位,研究领域是密封技术, www.svgluck.de

ECB制造的密封卷材的时效特性

索引

1) 概述	3
2) 密封膜的欧洲新标准	3
3) 破坏过程的介绍	6
4) 耐用性	8
5) 乙烯共聚物沥青 (ECB) 的基本信息	9
6) 乙烯共聚物沥青 (ECB) 制造的塑性密封膜	11
7) 密封膜的应变	11
7.1) 机械环境影响	11
7.2) 热应变	14
7.3) 化学影响	15
8) 密封膜的寿命	18
9) 应用领域	19
10) 客观研究	19
11) 总结和评估	22
12) 文献	23

ECB制造的密封卷材的时效特性

1) 概述

为了保证在建筑中应用的密封膜的长寿命，需要知道它们的时效特性。因此，对施工者来说，获取关于这些时效特性的信息是必要的。只有那时，他将有保证，一个材料的需求特性将在结构的服务寿命中保持可靠。密封卷材时常被用于这样一些地方，使得它们在被施工后很难甚至不可能再接触到，从而使得更换卷材即便不是全无可能也是非常困难的。

本技术文献专研究乙烯共聚体沥青（ECB）制造的密封卷材的时效特性，这些密封卷材用于密封蓄水池，储水大坝，运河，隧道和楼房。这些密封材料是用来抵御地表水和山泉水流的。用来密封与水不兼容的垃圾填埋场或物质的密封材料是没有列入本文检测中。

2) 密封卷材的欧洲新标准

“防潮”这一主题是欧洲建筑产品指示（CPD）的相关文件的很重要的一部分，并被列入了德国关于建筑材料产品指示的相关法律中。

它给出了一个健康和卫生的人类居住环境的基本要求，例如适宜居住的楼房的防潮措施。根据建筑的基本要求来选用具体材料，是由欧洲技术规范规定的，该规范由欧洲委员会授权。

这些技术规范主要有协调的欧洲规范（hEN）和欧洲技术认可(ETA)，由欧洲委员会制定标准（CEN）或欧洲技术批准组织（EOTA）给出技术认可。

符合技术指标的产品上标有CE标志，或者产品的附属文件上有指明。

根据欧洲标准或欧洲技术认可，密封产品必须满足该产品使用地所在州对防潮的要求。这就是说，产品的技术规范必须符合它们所在的州政府制定的技术指标要求。

基于这些授权，一系列欧洲产品标准和它们的相关测试标准，关于屋顶和建筑密封的TC254和土工合成材料密封卷材的TC189等。未来，德国产品规范（DIN16729，DIN16730，DIN16731，DIN16734，DIN16735，DIN16736，DIN16737，DIN16935，DIN16937和DIN16938）里，具有“U-标识”的密封产品——德国标识准则，将被由hEN授权的具有CE-标识的产品取代。

基于授权准则（ETAG）或所谓CUAP-程序（评估过程通知）的密封产品的技术规范也将由EOTA给出。这些产品也将收到CE-标识和进入市场的许可。

ECB制造的密封卷材的时效特性

密封卷材的协调的欧洲准则 (hEN)

CEN TC 254 “防水弹性膜”有迄今为止编辑的四份用于结构密封的人造橡胶和塑料制造的密封膜的欧洲标准:

- ▶ EN 13956 “防水屋顶的塑料和橡胶膜” 过渡期:
2006年7月1日---2008年7月1日
- ▶ EN 13967 “塑料和橡胶防潮膜包括塑料和橡胶地下室防水层膜” 过渡期:
2005年10月1日---2006年10月1日
- ▶ EN 13984 “塑料和橡胶整齐控制层” 过渡期:
2005年9月1日---2006年9月1日
- ▶ EN 14909 “塑料和橡胶防潮层” 过渡期:
2007年2月1日---2008年2月1日

CEN TC 189 “土工合成材料”有迄今为止编辑的六份对所谓“土工合成材料密封屏障 (GBR)”的欧洲准则,包括三种产品组:

- ▶ 聚合的土工合成材料屏障 (GBP-P)
- ▶ 含沥青的土工合成材料屏障 (GBP-B)
- ▶ 粘土土工合成材料屏障 (GBP-C)

以下土工合成材料屏障的应用准则被定义为:

- ▶ EN 13361 “土工合成材料屏障-用于蓄水池和大坝建筑的所需特性” 过渡期:2005年9月1日---2006年9月1日
- ▶ EN 13362 “土工合成材料屏障-用于运河建筑的所需特性” 过渡期:2006年2月1日---2007年2月1日
- ▶ EN 13491 “土工合成材料屏障-用作流体屏障用于隧道和地下结构建筑的所需特性” 过渡期:2005年9月1日---2006年9月1日
- ▶ EN 13492 “土工合成材料屏障-用于液体废物处理点,运输站或二级控制建筑的所需特性” 过渡期:2005年9月1日---2006年9月1日

- ▶ EN 13493 “土工合成材料屏障-用于固体废物存储和处理站建筑的所需特性” 过渡期:2006年3月1日---2007年3月1日
- ▶ prEN 15382 “土工合成材料屏障-用于运输基础设施的所需性能” 2005草案

过渡期开始决定了具有CE-标识的密封膜引入市场的日期。在12个月的过渡期产品可能根据相关国家标识被分配,例如德国“U-标识”。过渡期后,只有具有CE-标识的产品允许出现在市场上。

产品需要证实它们的准则,例如它们服从标准(附件ZA)授权,根据授权确定的准则过程证据。根据它们作为密封膜的作用,系统2+被确定为最密封产品。这里,制造商在由他亲自指导的初始控制和继续进行的工厂生产控制下检验产品的特性。第三个例子(鉴定中心)参与在工厂控制和它的继续进行的监控中。

制造商必须拟定一个准则声明,说明所有任务被恰当的执行。在应用CE-标识到产品和它的伴随文件中,制造商最终声明有协调欧洲标准的产品的准则。

关于CE-标识和补充数据的应用细节在标准附录ZR里描述。随后,产品不仅必须具有CE-标识,并且和

见证中心的数量,而且还有它的本质特性的信息。这些信息必须在相伴文献被重复,并且补充更多关于产品经证实的特性的信息。这些特性,没有声明,需要被标注“没有性能决议”(NPD)。

在这些准则的发展过程中,对熟练水平的一致性定义的极限值或性能等级的可能引入有同样的看法。这会在成员政府中充分利用密封产品,并相当地容易。

ECB制造的密封卷材的时效特性

因此，没有对大部分性能的所做的要求。制造商仅仅必须做出关于他的产品数据的极限或平均值的统计学报表。

规范的广泛定义实践性地允许每一个密封产品- 不 考虑它的材料组分和性能-在任意产品准则下来分类，标注CE-标识，并引入欧洲市场。

根据协调的欧洲准则的密封产品的用途

基于楼房材料的指令并在协调的标准的帮助下，一个产品纯粹的用途被确定,为了用CE-标识来标识它,并引入成员政府市场。然而，当根据欧洲准则标注的产品有助于它们自身时，成员政府对它们的国家安全和建筑及剩余未受损的建筑部分（例如密封件）的安全等级是有权的。为了做到这样，它们需要密封产品具有一些特性来保证密封遵照欧洲准则。因此，成员政府有权定义对根据欧洲准则规范的产品用途的附加准则。

在德国，所谓“应用准则”被假设来缩小根据欧洲准则规范的密封产品和它们根据国家建筑标准的用途间的差距。这些应用准则定义了性能外观，根据协调的欧洲标准，密封产品必须遵守这些性能外观，如果根据建筑准则DIN18195或DIN18531，在安全性和保障等级下它们被考虑为合适的。根据现有的德国产品准则，密封产品的性能外观提供了评估的基础。

密封产品的应用准则由DIN-研究机构定义：

- DIN V 20000-201 “根据防水屋顶用途的欧洲标准的防水弹性膜的适应标准”
- DIN V20000-202 “根据防水建筑用途的欧洲标准的防水弹性膜的适应标准”

在德国，不满足这些需求的密封产品不允许用于以上陈述的密封类型，即使它们具有CE-标识，并且被完全引入市场，除非制造商提供应用性的特别证明。

许多欧洲国家有国家适用性准则，指导和土工合成材料屏障的批准，尤其对处理点（德国的BAM批准，奥地利ONORM S 2073，荷兰KIWA指导BRL 538，法国AS-QUAL-批准）和隧道建筑(德国ZTV-

ING[24],Rili 853 [25] 和EAG-EDT [26], 瑞士SIA V 280 [22], 奥地利” Straßenforschung” 365卷)。

所以，CE-标识包括一类“护照”来进入密封膜到欧洲市场，但是没有“驾照”保证密封膜的可能用途，因为许多国家有对它的适用性的附加国家法规。

3) 破坏过程的介绍

在材料生产过程和用途中，它的所有性能取决于变化。这些变化一般由“破坏”这个术语详述。它的对塑料的定义是“材料在时间下的不可逆化学和物理过程的统一性”。

破坏有以下原因：

- a) 热动力学,材料的非稳定状态(引起破坏的内因)和/或
- b) 环境下的化学和物理暴露(引起破坏的外因)

引起材料破坏的过程可以分为：

- a) 化学破坏过程(材料分子的成分和尺寸的变化)和
- b) 物理破坏过程(例如材料微结构,形状和结构及物理特性的变化)

ECB制造的密封卷材的时效特性

DIN 50025-2: 1989-04 “聚合材料”表明破坏的以下原因:

I. 破坏的内因:

- ▶ 缩聚、聚合或加聚作用的不完整性
 剩余应变和同向性
- ▶ 具有高聚合基础材料的单一组分(例如可塑剂或润滑组分)的极限互溶性

II. 破坏的外因:

- ▶ 热应变
- ▶ 化学应变
- ▶ 机械应变
- ▶ 辐射(离子辐射)应变
- ▶ 生物应变
- ▶ 环境应变(光化学破坏)

ECB制造的密封卷材的时效特性

如下图表1给出引起材料破坏的作用的概况,促进(原因)机理和如何测定。

作用	影响	测定
机械破坏		
静电力	蠕变	膨胀, 时效方式
动力学	疲劳	应力反向, 稳定性
磨损	磨蚀	尺寸表面
化学破坏		
热量	断链	分子量, 粘度/稳定性
	解聚作用	
氧化	链膨胀	硬度/粘度
	树枝链	氧化诱发时间(OIT)
水解	断链	分子量, 粘度/稳定性
辐射/光源	十字耦合	分子量
	断链	硬度/粘度/稳定性, 光学
媒介	断链	分子量, 粘度/稳定性
	十字耦合	分子量, 粘度/稳定性
物理破坏		
热量	分子弹性	粘度/稳定性
	膨胀	尺寸
媒介	膨胀	机械性
	溶解	硬度
	应力破裂形成	蠕变强度

图表1: 破坏作用和它们对塑性材料的影响

ECB制造的密封卷材的时效特性

4) 耐用性

建筑密封件是不可更新的,并且在经济地维修他们下只有少量条件。因此,密封需要被创建来持续在建筑的完整寿命期内。

为了评估密封膜的功能性(耐用性),有必要测定与时间相关的作用的功能特性。应用的聚合体的类型,膜(均匀,土工膜或其他材料加强...)结构,制造方法,安装应变以

及在应用中的物理和化学应变是重要参数,对密封的耐用性有很大的影响。

图示关联性在下图中表示:

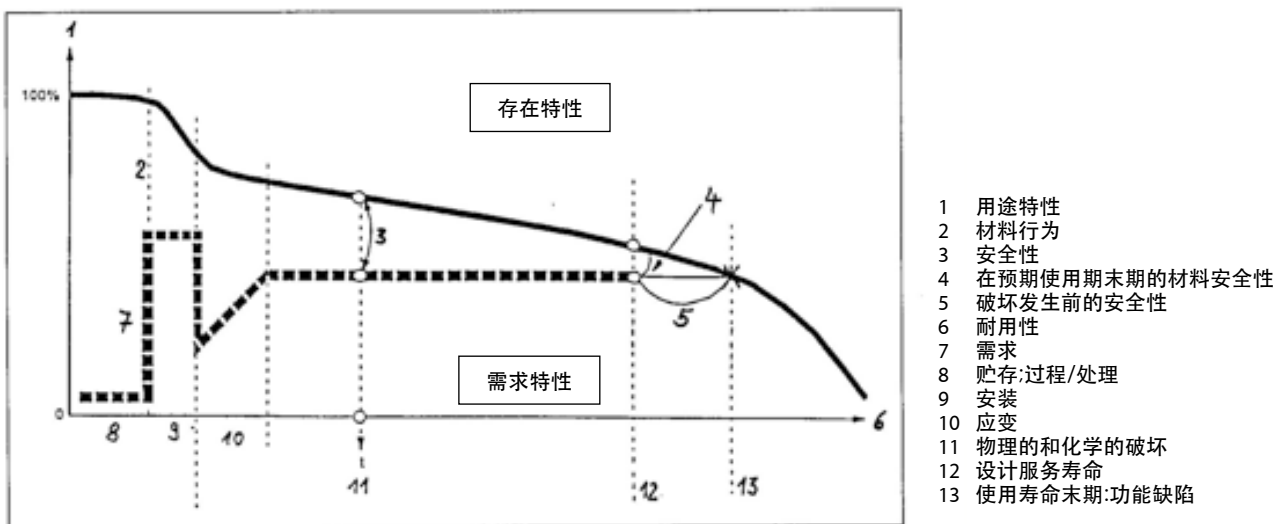


图2: 对与时间相关的用途特性的存在的和需求值的典型方案

上方曲线表示由应变引起的相关特性变化,这些应变是建筑必须承受的,来自它的产品时间直至它的功能性末期。建筑必须满足取决于存在应变的需求在下方曲线中表示。用户在时间轴上确定设计服务寿命。

材料的设计服务寿命应是100年除非它是可修复的或经济可替换的。

楼房材料指令89/106/EWG “耐用性和楼房材料指令”的标准F规定了建筑和产品的设计服务寿命[1]。据此,在“长”范畴下的建筑的设计服务寿命应是100年;楼房

ECB制造的密封卷材的时效特性

建筑的规划服务寿命(年)		建筑材料的规划服务寿命(年)		
范畴	年	范畴		
		可修复或易取代	不易修复或取代	建筑的服务寿命 ¹⁾
短期	10	10	10	10
中期	25	10	25	25
正常	50	10	25	50
长期	100	10	25	100

1) 非修复的或经济可替代的产品

表3: 建筑和产品的规划服务寿命举例(由EOTA) [1]

在规划服务寿命的末期,某安全性必须被保证来估计疲劳时间,到目前为止超出规定服务寿命。规划存在性能和规划需求特性的比率组成建筑组分的总安全指数。它也可以被表达为疲劳发生的时间,如果楼房材料一直应用到规划服务寿命的结束。

5) 乙烯共聚物沥青 (ECB) 的基本信息

乙烯共聚物沥青 (ECB) 是基于乙烯聚合体的热弹性材料,并选择蒸馏沥青。此材料已经由BASF AG在1960年代有所发展,并在名为“路可比”(源于“Ludwigshafen Copolymerisat und Bitumen”)的贸易下引入到市场。测试产物“路可比 KR 1210”被引入“K67”展览,基础专利在1973年准许。

在这个合成物,塑料组分(n-丁基丙烯酸酯)组成支撑结构,具有共享点位置的沥青的内空间作为塑化组分。沥青作为塑化剂和紫外线吸收剂。塑料结构确保了所有密封材料所需的耐用性,弹性,延展强度和柔韧性,甚至是在低于凝固点的温度和高温下的稳定性。标准材料路可比1210在低于-30 °C变的易碎,在高于80 °C变得软化 [3]。

比较路可比 1210,新路可比类型(路可比 1210 和 1233)有一个高的热偏离温度,例如,在高温时的高刚性和一个改良的冷柔韧性。

动力学机械性能的确定,例如,在一个震动试验中,能提供逆温度的机械特性的描绘。

路可比1210,1218和1233的逆温度刚性曲线如图4所示,它表明了

剪切模量G的温度相关的行为和衰减 Δ 的对数减少。

ECB制造的密封卷材的时效特性

不同的状态可以从曲线连续性上确定：

- 高模量值和低衰减指示出在低温下的凝结状态
- 温度范围，在此范围内模量值随温度有力地下降，衰减值达到最高点指示出软化范围（玻璃转变）
- 低模量值和低衰减值指示出上达融化点的范围

如此，剪切模量作为测量材料刚性的方法，当对数减少作为它的内部衰减的测试方法。

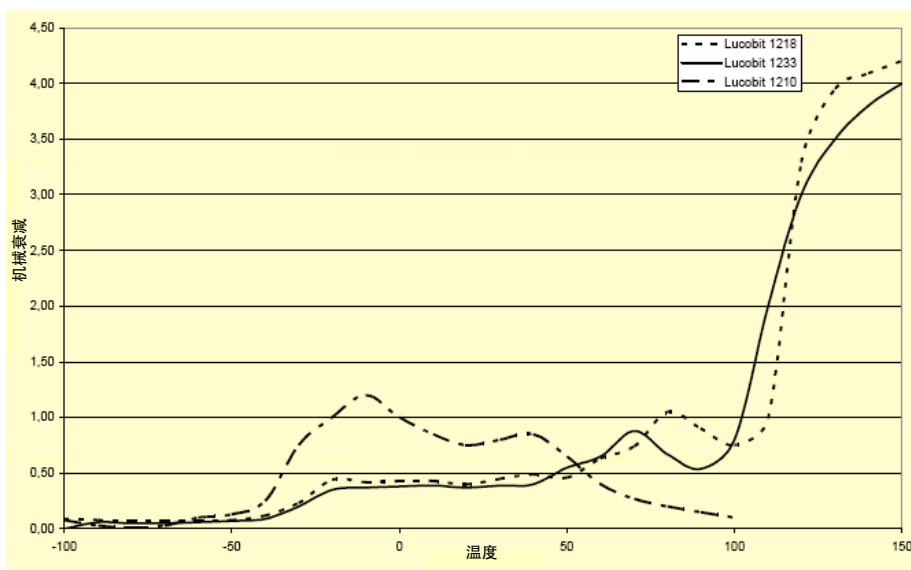
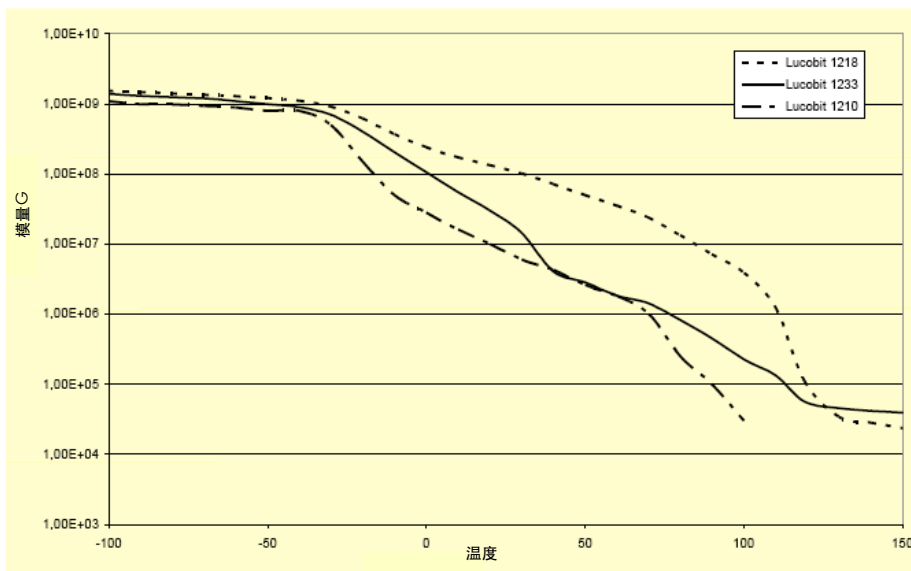


表4：依赖温度的剪切模量G和衰减的对数减少，对路可比 1210, 1218和1233。

ECB制造的密封卷材的时效特性

6) 乙烯共聚物沥青 (ECB) 制造的塑性密封膜

ECB作为粉末颗粒出售,并是一个有狭缝模具的挤压单元热弹性过程, 如一个弹性材料过程一样寻常[4]。膜被冷却并由随后的平滑滚整平。多亏压印滚的应用, 膜表面被颗粒化或结构化。在1968年, 第一个2.5毫米厚度的密封膜被生产出来。

ECB制造的塑性密封膜在1976年在DIN16732标准第1和2部分下第一次被规范化, 之后在1984年在DIN16729[11]标准下被规范化。

均匀膜的厚度, 宽度和长度根据生产过程和需求做调整, 这些均匀膜要么被提供了玻璃纤维, 组织嵌入和/或有层。

7) 建筑密封上的密封膜的应变

材料特殊需求在相关规范里被记录(SIA V 289[22], ZTV-ING[24], Rili 853[25], Tunnel-EAT[26], DVWK Guidelin [23]等)。这些需求首先服务材料描述并在产品控制范围内符合任何质量准则。

此外, 膜必须永久地抵抗地表和山脉水, 和其他外部影响, 并且必须不能失去它们的保护特性(不渗透性)当暴露于由皱缩, 热波动和沉淀引起的建筑的普通运动。在本文, “不渗透性”被定义为水密性。

因此, 应变发生在安装, 混凝土倾注和应用过程中, 且可能建筑和建筑不同。于是, 各种需求和它们的控制以及监督必须根据项目定义。

不渗透性可能被影响[21]:

- ▶ 膜的缺陷砸边或膜对膨胀膜的连接, 渗透等
- ▶ 在混凝土倾注前和过程中的机械应变
- ▶ 混凝土倾注后和运行阶段中的机械应变(在混凝土倾注中由适应不稳定建筑部分密封引起的拉力荷载, 由楼房, 山脉的永久荷载引起的压缩荷载等)
- ▶ 热应变
- ▶ 化学应变
- ▶ 生物应变(微生物, 猎杀和根茎)

7.1) 机械环境应变

机械影响发生在安装状态(运输和贮存, 安装密封系统的组件等)过程中, 和运行(不稳定安装, 由表面和地面水引起的液压应变, 应用土壤的质量, 建筑单元的静荷载等)过程中。机械影响引发延展性和/或压缩荷载。

单轴拉力下的行为在标准拉力测试下计算。拉力膨胀图和特殊值(压力, 膨胀)提供关于一般畸变行为和材料失效的信息(图5)。

ECB制造的密封卷材的时效特性

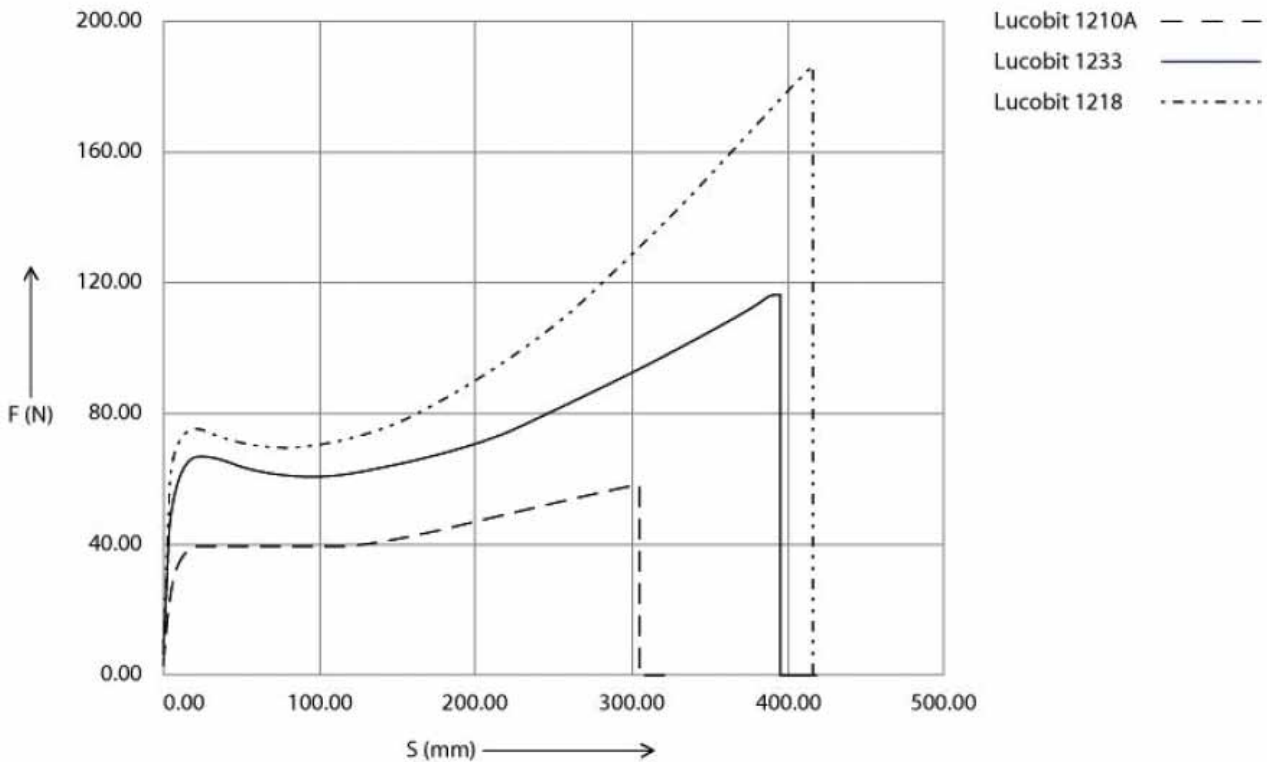


图5: 在标准大气压23/50-2下单轴应变下的拉力测试ECB密封膜的行为

拉伸及压缩荷载作用下，只有明确了在不同的测试条件（如加载速度，温度，预处理等）下的刚度参数和变形状态，对材料的变形行为研究才更加全面。

永久应变以恒定拉伸变形（膜适应空隙）或恒定挤压应力（固体压力，水压）的形式出现。由于塑性材料的固有的蠕变特性和对聚合体类型的依赖性，应力以不同的速率减少。然而，软弹性塑料不适合承受永久压力下的拉力荷载。

尤其是处理过程因素（操作，焊接特性），并且出于应用考虑，最好应用有一定刚性（柔性）的板膜。

在他们的修订版里（[24]和[26]），相关规范包括各种评估标准和要求。关于柔性，E-模量低于80N/mm²的板膜一般被考虑用于隧道建筑。图6给出标准密封膜的硬度。聚

乙烯和ECB基的密封膜的硬度可以在充足的修改内变化。

以ECB为例，通过在作为支撑结构的乙烯共聚体n-丙烯酸丁酯的空隙上，由变化数量的沥青的滴状侵位来定义硬度。

ECB制造的密封卷材的时效特性

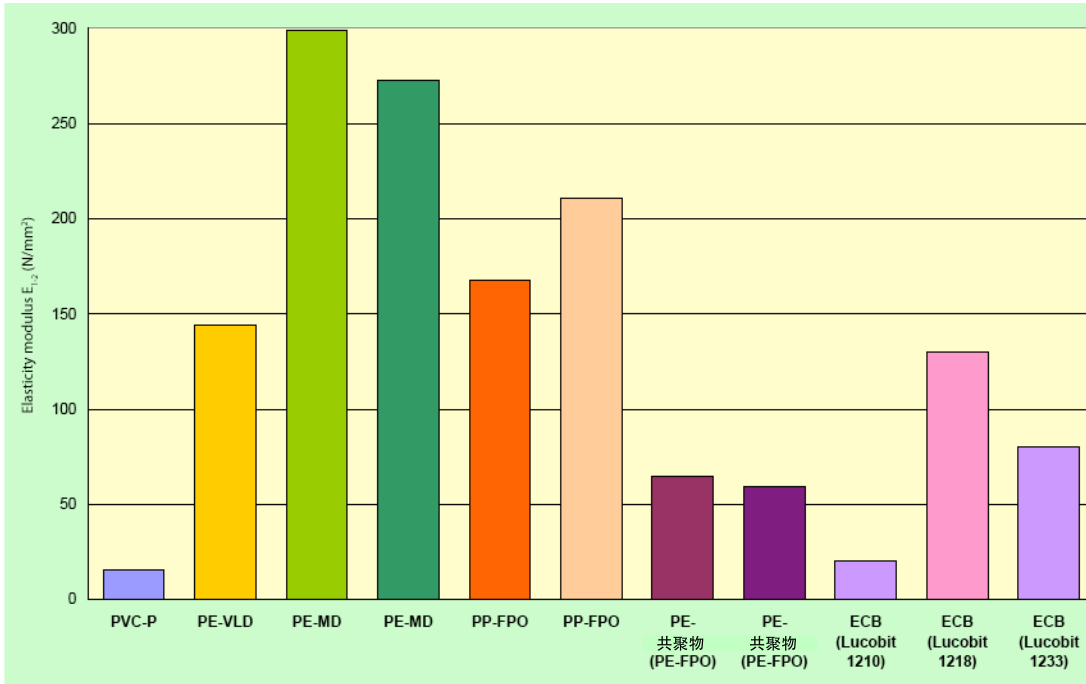


图6: 在标准气氛下23/50-2标准密封膜的弹性模量(E1-2-模量) [21]

在压缩荷载下，ECB密封膜的蠕变行为与拉力荷载下的行为相似。即使在低永久压缩荷载下，也仅有一个短期（大约20天）的蠕变[9]。路可比层片状体的有代表性的压力行为是压缩荷载，由三种基本状态给出，例如：

- ▶ 无侧面边界限制（压缩模量 K_0 ）
- ▶ 单轴全部边界限制（压缩模量 K_1 ）
- ▶ 双轴全部边界限制（压缩模量 K_2 ）

通过弹性模量E（压力弹性模量）和泊松比 μ 。

这表示压缩随着边界限制的增加而降低。在一个二重全面侧面边界限制情况下，如果蠕变影响是不相干的，10N/mm的压缩荷载是允许的[9]。

在永久压缩应力下的行为可以由一个时效压缩测试来确定。压缩（厚度降低）的时序取决于永久压缩应力。图7用路可比 1210为例给出。在随后的释放中，路可比板几乎在半小时内完全重塑。相似的行为可以在路可比 1218和路可比 1233中预期到。

ECB制造的密封卷材的时效特性

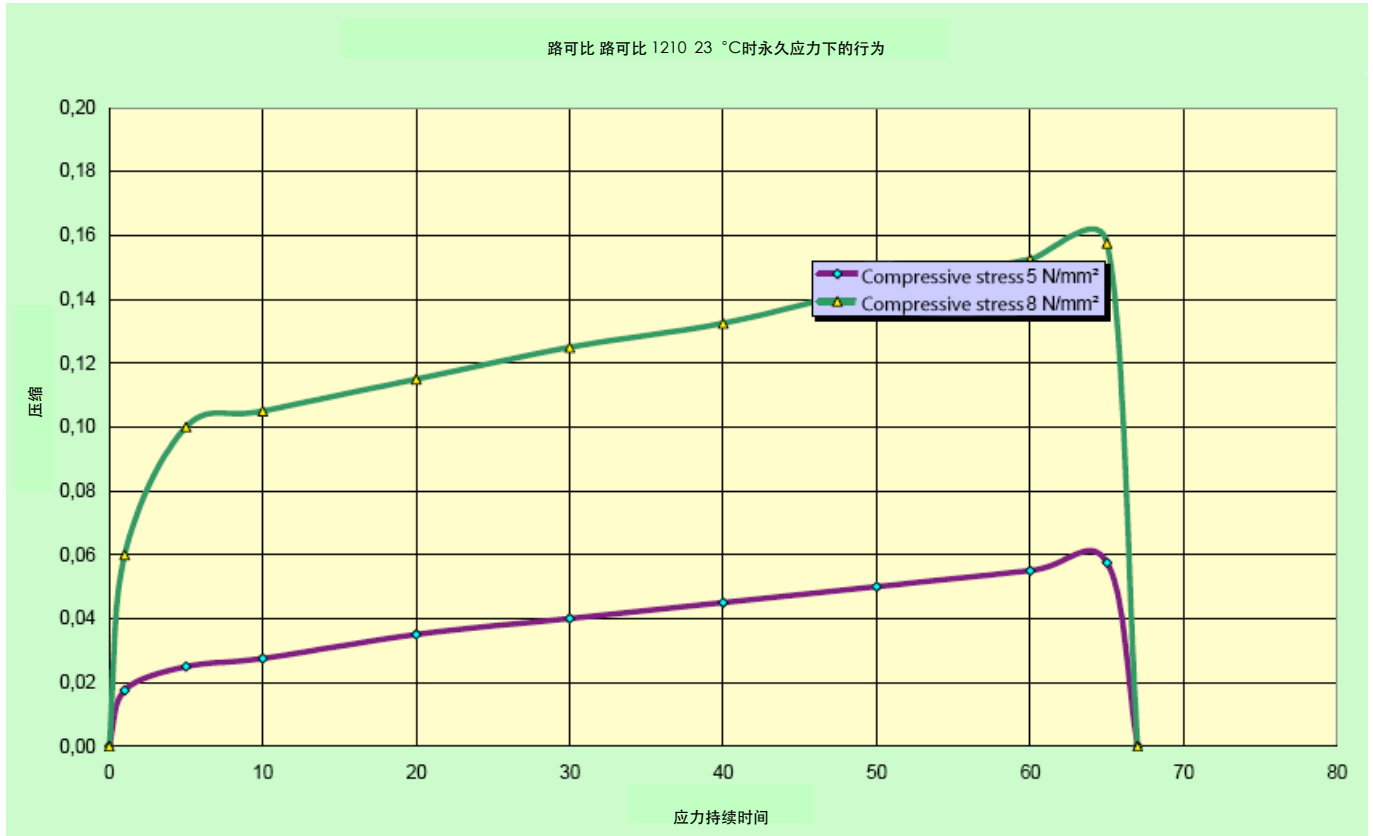


图7: 路可比1210永久应力下的行为 [9]

7.2) 热应变

来自固体压力的热应变。热量对高分子材料有物理的和化学的影响。物理影响导致一些性能（升温下的软化）的可逆变化。化学影响导致使用性能的不可逆变化。

他们在断裂点的拉伸强度和延长率[7]没有变化，因此，没有可观察到的破坏影响。

聚烯烃有高的耐热分解性能。在氧气的存在下，聚烯烃在热氧化方法下分解。破坏过程随着温度升高而加剧。专家应用高温下的加速热破坏对这种方法的长时间应力进行外推。

除了测量软化指数和不溶解元素，拉力荷载下的变形特性的测量是用来测量破坏过程的绝对可靠的化学物理方法。在70 °C下15月的贮存，路可比1210密封膜表明它

ECB制造的密封卷材的时效特性

7.3) 化学影响

塑性密封膜一般安装在自然土壤里，并暴露于自然地下水。正常的非污染土壤不含化学试剂，这对人工合成的密封膜非常重要。只要土壤的PH值保持在4到9之间，

前面的表述就是正确的。然而，在酸性和高碱性土壤里，有必要做准确测量的。对于不可避免的暴露于化学试剂下的情况，必须测定密封膜的耐化学性。

应用领域	可能的化学影响
道路建设	燃料，道路盐
铁轨	杀虫剂
隧道	山脉水和地下水（数量增加的钠，镁，钙，氯化物，硫酸盐和二氧化碳）
建筑	新浇筑的混凝土

表8: 取决于应用领域的化学影响的案例[17].

表9列出在一个聚合物产品上由化学影响触发的过程。一个聚合物材料抗化学作用的耐用性不仅取决于应用的聚合物而且还取决于摩尔质量，交错结合，侧键种类，结晶度和材料密度。这就是为什么制造业的选择严重地影

响了要求的或估计的耐用性。

物理影响		化学反应
可逆的	不可逆的	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 潮湿膨胀 ▶ 软化 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 溶解 ▶ 添加剂侵蚀 ▶ 化学感应蠕变 ▶ 环境应变断裂 (ESCR) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 氧化/还原 ▶ 臭氧分解 ▶ 水解 ▶ 其他化学反应

表9: 化学物质影响诱发的过程

为了测量化学耐用性，需要模拟与液态化学物质例如酸或碱的接触。为了完成化学影响的快速反应，需要增加温度和化学试剂的浓度。为了测量长时间和确定间隔时间内贮存在测试媒介内部的样品，需要测定拉伸荷载下质量或机械性能的变化。

包的现象。然而，脂肪族，芳香烃和它们的卤族衍生物引起材料大量的潮湿膨胀和软化。

路可比的化学耐用性一般由聚乙烯和沥青的组分预先设定。乙烯共聚体在低于60 °C是基本不溶的。在酒精，有机酸，酯，酮和类似物质的作用下，只表现出少量表面鼓

ECB制造的密封卷材的时效特性

PE-膜属于这类材料,它们有高的耐化学作用性。它们防水,无机盐,碱和酸,且仅仅受强氧化剂的作用,这使得它们绝对不可以用在隧道及建筑的密封上。因为它们的非极性特点,吸收水特别低,例如低于0.05%。

4.0, 流经的水的pH值是3.2。路可比1210保留着实践上的不变[7] (见图10)。相似的行为可以从路可比1218和1233中预测出。

在经历5年后,巴伐利亚州自然资源研究中心的沼泽研究中心,在贝尔瑙的生产工厂和保护工厂于富含腐殖酸的旷野里贮存了路可比制造的样品材料。土壤的pH-值是

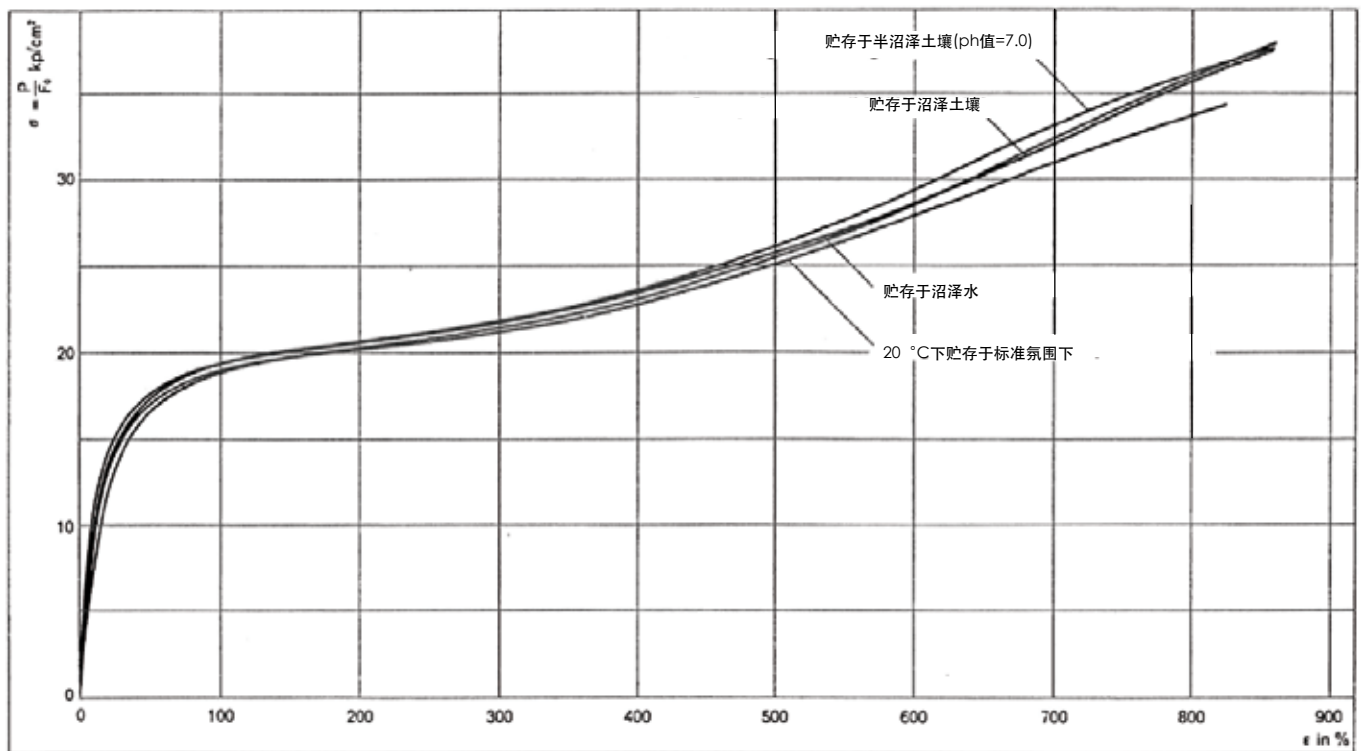


表10: 在贮存于高酸性土壤3年后的路可比1210应力/膨胀图[7]

图11表示水贮存在50 °C并且随后干燥后,有不同材料制造的密封膜的质量改变。以聚乙烯基制造的密封膜表明没有压制或抽取的迹象。

另一方面,由PVC-P制造的密封膜的扩张相对地较强地取决于它们的成分和软化剂的类型,并且干燥后表现出相当大的失重。这基本是一个软化剂通向

路可比1210在20 °C水和2500小时交互贮存(由UV射线和水贮存8个小时引起的16个小时的周期破坏)下10个月的长期贮存后,材料表明在它的机械性能无论如何都没有改变,因此可以不加鉴别的考虑。

ECB制造的密封卷材的时效特性

一种渐变硬的材料反应。PVC-P-BV（有聚合体软化剂的PVC）的相当大的质量增加是显著的。干燥后密封膜表示出最大的失重量。

加。12年后，还保持着高效地弹性（软化）即使干燥后的失重达到9%。

如果PVC-密封膜在流动水中贮存[20]，抽取速度显著增加。这表明在一个相当短的时间后，可以预期硬度的增

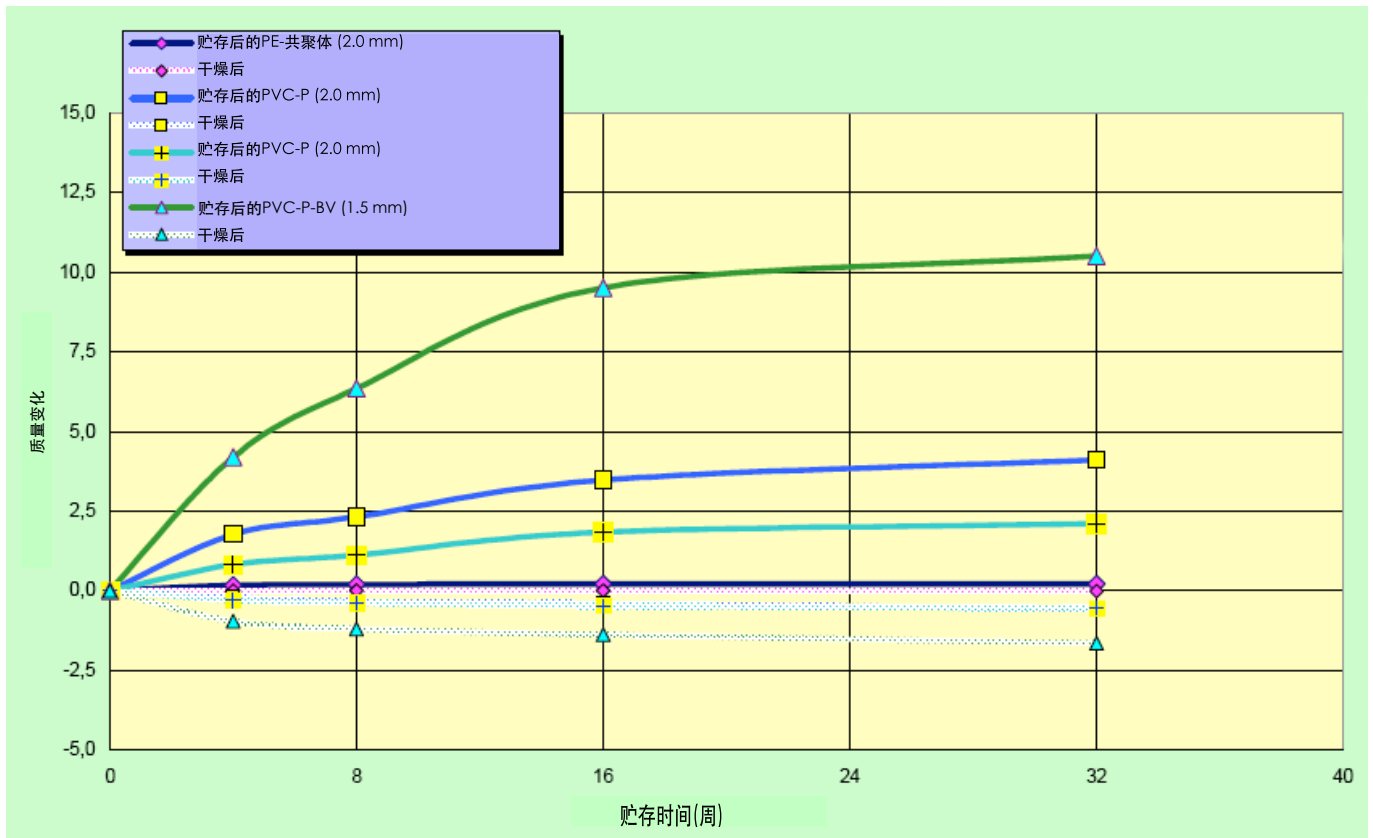


图11: 根据SIA V280 在50 °C下水贮存后的质量变化

在水作用诱发的水解仅对塑料讲非常重要，这些材料由聚冷凝反应（聚酰胺，聚酯纤维）制得。然而，聚烯烃例如PE，PP和PVC，是由聚合反应制备的（有各自软化剂模型）且抗水解作用。

应作为防潮层或直接安装到地面上。在经历24周之后，测试件跟一个潮湿的混凝土表面接触，且暴露于90 °C的恒温下的一个永久荷载。

欧洲标准EN 13967，附录C.1描述一个测试过程来确定密封膜在碱性环境中的耐用性。这个过程应用于密封膜，

然后,对比非应变下的材料试样的机械性能。

ECB制造的密封卷材的时效特性

破坏过程之后，路可比1233密封膜没有表现出破损或磨损的信号，例如，洞，开裂和着色。在裂缝处延长率的变化是25%，尤其是低于相对于初始值的允许变化的50%。

8) 密封膜的寿命

密封膜的时效特性，例如应变和破坏间的联系可以用不同方法确定：

先前的实践经历的系统的数量和质量的分析

- ▶ (实例历史)
 - 面向应用的加速老化试验(耐久性测试)
- ▶ 基于材料性能的准确指示和已知的破坏机理(模型)的
- ▶ 模型的质量和数量的观察

通过模型的方法,加速老化试验的结果可以根据应用状态的外延。影响媒介的浓度增加，机型应变的增加和最明显的温度的增加都加速了破坏过程。

关于时效特性的综合性研究在聚乙烯管道里进行。在一个蠕变断裂测试中，封闭管道部分被贮存在水中由不同温度的淬火，暴露于恒定的内部压力呢。一个特定时间后，多轴应力状态中的复杂应变，媒介（一般是水）的影响和高温引发管道内的破裂。如果测试应变是双对数地应用于延长各自应力断裂时间，对每一个测试温度的一个典型的曲线过程结合不同的分支，这些分支是不同断裂模量和随后的老化标志的每一个特性（图12）。

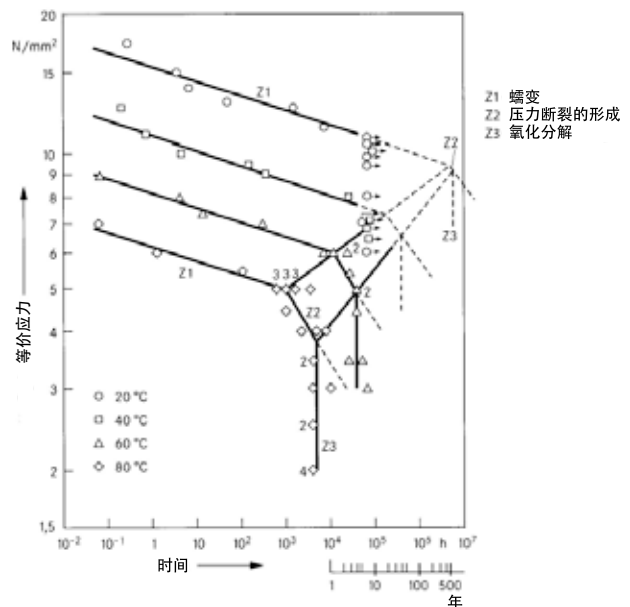


图12: 由聚乙烯制造的管道的断裂强度(Hostalen GM 5010 T2)

测试曲线的第一分支,在大部分案例里不是很急剧,被定义为延性破坏。曲线的第一个弯表明由应力断裂的形成引起的到失效的转变。第二个分支表明这些老化影响的结果。最后，第三个弯是由初始氧化分解引起的。因为材料的氧化脆化，即使是微小应力都引起失效。因此，第三个分支是几乎垂直的。

如果变化温度下的曲线的时间相关的弯曲加入一个阿列尼乌斯图，结果的直线可以被外延至低温。对典型的应用温度（10 °C到20 °C），预期的寿命相当多余100年，例如

氧化反应不是设置在稳长时间后的定装置包裹的消耗前。在这种情况下，没有关于变形特性的变化的信号。这可能需要更长的时间，直到变形特性（裂痕的延伸

ECB制造的密封卷材的时效特性

率)降低到密封特性不用被保证的水平。

一般,希望弹性聚烯烃(FPO)和乙烯共聚体,例如路可比1210,1218和1233的热-和光氧化破坏影响实际上相当于标准聚烯烃的。

9) 应用领域

路可比1210的密封膜保证了在建筑领域内的一个宽范围的应用领域。除了在楼房建筑(平屋顶,露台)的应用,路可比密封膜用于地下工程,例如停车场,车库,隧道和隧道建筑,水-和沉淀罐,池塘和蓄水池,运河和堤岸大坝,垃圾填埋场等。BASF记录了在大量报告,包括所有必需的项目信息的不同技术鉴定测试,最显而易见地以下应用报告[13]和发表物:

- ▶ 177 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction L 950) 1973
- ▶ 187 "Sheets from Lucobit 1210 designed for reconstruction of a railroad embankment" (Stroit), 1979
- ▶ 183 "Covers from Lucobit 1210 designed for track construction (outside construction L 613), 1973
- ▶ 184 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Ludwigshafen- Friesenheim), 1973
- ▶ 195 "Sheets from Lucobit 1210 designed for reconstruction of a railroad embankment" (Nearby Braunschweig), 1973
- ▶ 196 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction D 102), 1973
- ▶ 197 "Sheets from Lucobit 1210 designed for sealing of flat roofs" (Construction Z 23), 1973
- ▶ 198 "Covers from Lucobit 1210 designed for sealing of earthworks" (Nearby construction K 356), 1970
- ▶ 201 "Covers from Lucobit 1210 designed for lining of sewage detention pond" (Nearby Construction N 600), 1973

- ▶ 213 "Sheets from Lucobit 1210 designed for sealing of embankment dams" (St. Martin), 1973
- ▶ 217 "Covers from Lucobit 1210 designed for reconstruction of superstructures" (Nearby Salzburg), 1972
- ▶ 219 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction D 107), 1973
- ▶ 232 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction H 612), 1973
- ▶ 234 "Sheets from Lucobit 1210 for sealing of tank roofs" (Construction W 37), 1973
- ▶ 235 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction W 133), 1973
"Practical Test at the equator", 120 km of canal lining with Lucobit, 1980 [14]
"New ways of storing liquid gas – underground steel tank with plastic corrosion protection", 1984 [15]

10) 实物研究

蓄水池" Kell am See"

在1971年, "Kell am See" 的城市建造一个用于修养目的的一个蓄水池,蓄水体积相当于540,000 m³和表面积大约130,000 m²。蓄水池被封锁在一个人工堤岸大坝内, 15m高和200m长。堤岸大坝用路可比膜密封, 它2.0cm厚且它们的底部是有纹路的。

此外, 它由一个保护层提供, 且由混凝土联锁铺筑材料覆盖(图片13)。

ECB制造的密封卷材的时效特性



图像13: 在“Keller Stausee”用路可比1210密封膜的堤岸大坝的密封,1971年

ECB制造的密封卷材的时效特性

大约每10年,建筑按照综合安全检验,在这些检验中检查安装的密封膜的破坏过程。

在2004年,发掘密封,并且取一个样品做进一步的实验室检测(图像14)。样品没有表现出任何破损。在清洁它们之后,它们实践上看起来像是在新的状态一样。

在之前的一次焊接尝试后,取试样的点用热气焊设备通过加入新材料重新合上。新旧材料之间的连接没有任何问题,导致一个清洁的,均匀连接,保证需要的缝强度。



图像14: 在密封“堤岸大坝Kell”上,材料试样的抽取和随后用热气焊的方法密封洞,2004年

ECB制造的密封卷材的时效特性

11) 结论

对大约40年，ECB制造的（路可比1210）塑性密封膜被用于土木工程来有效地密封平屋顶，露台，隧道，大坝，池塘，蓄水池，垃圾填埋场和一些其他建筑。到目前为止，全世界范围内安装了100百万m²的路可比密封膜。

当选择且标出密封膜的尺寸时，不但必须考虑由相关准则和规章给出的材料特定需求，还需要项目相关的拉力，例如：

- ▶ 永久应力
- ▶ 固定温度
- ▶ 周围媒介的成分

ECB密封膜（路可比1210）被应用在所有地下建筑或土工学（土木工事和液压工程）的普通运行环境下。

ECB密封膜抗分解，微生物，白蚁和啮齿目动物且抗根部

渗透。路可比耐普通建筑物质，像水，盐溶液和稀酸和根基（碱金属）。

ECB密封膜适于焊接-不论在新环境或应用了十年后-用热气焊设备或热气和热楔形焊接器（[4],[5],[12],[19]）。

ECB制造的密封卷材的时效特性

12) 文献

在本文中用以下文件组成

- [1] Guideline F of the Directive of Building materials 89/106/EWG "Durability and the Directive of Building materials", Document CONSTRUCT 99/367, 1999
- [2] CEN-report 13434 "Geotextiles and geotextile-related products – Guideline to durability", DIN, German Institute for Standardization, 2000
- [3] Technical Data Sheet "Lucobit 1210", BASF AG, January 1975
- [4] Technical Information "Sheets from Lucobit 1210 (ECB) for roof sealing", BASF AG, January 1979
- [5] Technical Information "Sealing membranes from Lucobit 1210 – Instruction manual for the laminary application with hot bitumen and hot gas welding", BASF AG, August 1971
- [6] Wald, Kelcher "Profiled membranes and boards from Lucobit 1210 in use", "The Construction Trade", Volume 51, Issue 14/71, pages 1175-1183
- [7] Wald, Kelchner "Lucobit membranes for the lining of earth reservoirs", "The Construction Trade", Volume 50, Issue 19/70, pages 1713-1720
- [8] "Lucobit membranes for the lining of fish ponds", BASF plastics in use, Material Data Sheet 7029.2.02, October 1974
- [9] Tölke, Friedrich "Technological properties and possible applications of Lucobit", Otto-Graf-Institute – Official Institute of Research and Material Testing in Building Constructions, University Stuttgart, Issue 45, Stuttgart 1970
- [10] Pfirmann, Günther "Lucobit 1210, a thermoplastic material for the sealing sector", BASF in-house magazine October 1975, Volume 25, pages 57-62
- [11] DIN 16729 "Plastic roof sheets and plastic sealing sheets made from Ethylene Copolymer Bitumen (ECB); Requirements", June 1984
- [12] Application Guideline ECB roof sheets, Version 1987, Research Group "Manufacturers of roof sheeting" in cooperation with TAKK (Technical research group for plastic and rubber sheets)
- [13] Reports about technical practice tests, BASF Special Application Units:
 - ▶ 177 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction L 950) 1973
 - ▶ 187 "Sheets from Lucobit 1210 designed for reconstruction of a railroad embankment" (Stroit), 1979
 - ▶ 183 "Covers from Lucobit 1210 designed for track construction (outside construction L 613), 1973
 - ▶ 184 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Ludwigshafen-Friesenheim), 1973
 - ▶ 195 "Sheets from Lucobit 1210 designed for reconstruction of a railroad embankment" (Nearby Braunschweig), 1973
 - ▶ 196 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction D 102), 1973
 - ▶ 197 "Sheets from Lucobit 1210 designed for sealing of flat roofs" (Construction Z 23), 1973
 - ▶ 198 "Covers from Lucobit 1210 designed for sealing of earthworks" (Nearby construction K 356), 1970
 - ▶ 201 "Covers from Lucobit 1210 designed for lining of sewage detention pond" (Nearby Construction N 600), 1973
 - ▶ 213 "Sheets from Lucobit 1210 designed for sealing of embankment dams" (St. Martin), 1973
 - ▶ 217 "Covers from Lucobit 1210 designed for reconstruction of superstructures" (Nearby Salzburg), 1972
 - ▶ 219 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction D 107), 1973

ECB制造的密封卷材的时效特性

- ▶ 232 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction H 612), 1973
 - ▶ 234 "Sheets from Lucobit 1210 for sealing of tank roofs" (Construction W 37), 1973
 - ▶ 235 "Sheets from Lucobit 1210 designed for covering of flat roofs" (Construction W 133), 1973
- [14] "Practical Test at the equator", 120 km of canal lining with Lucobit, 1980
- [15] "New ways of storing liquid gas – underground steel tank with plastic corrosion protection", 1984
- [16] "Krebs/Avondet/Leu (Ed.) "Long-term characteristics of Thermoplasts", Carl Hanser Verlag, Munich-Vienna, 1999
- [17] Hufenus R. et al. "Long-term characteristics of Geotextiles", Reference Book for Geotextiles, Chapter 12, SVG (Swiss Association of Geotextile Experts), 2000
- [18] Laboratory Report No. 10/2004 of May 25, 2005 about the "Analysis of an ECB sheet (Lucobit 1210) taken from a 34-year old sealing of a barrier construction (Kell am See)", LUCUBIT AG
- [19] Radtke "Influence of welding parameters on ECB sheets", Conference "20 Years of Lucobit", 1988
- [20] Dorn, Hans "Examination and Qualification of plastic membranes for tunnel sealings", Kunststoffe-Plastics 4/1981
- [21] Glück, Leopold, "Are plastics suitable as sealing elements?" Technical Conference "Sealing of tunnel constructions", Hagerbach Test Galleries, CH-Hagerbach, 1998
- [22] SIA V280 "Plastic sealing sheets (Polymer sealing sheets) Required parameters and material testing", Swiss Engineering and Architecture Association, Issue 1996
- [23] DVWK Data Sheet 225/1992 "Application of plastic sealing sheets in hydraulic engineering and the protection against groundwater", Publisher Paul Parey
- [24] ZTV-ING "Additional Technical Terms of Contract and Guidelines for Civil Engineering Works; Part 5: Construction of tunnels; Section 5: Sealing", Federal Highway Research Institute (BASt), currently under revision
- [25] Rili 853 "Planning, construction and maintenance of rail road tunnels; Sealing and drainage", DB Netz AG, currently under revision
- [26] EAG-EDT "Recommendation about sealing systems in tunnel constructions", Issued by the "German Association of Geotechnics" (DGGT), published by Glückauf GmbH Essen, 2005