

低温对聚丙烯纤维网增强水泥复合材料的挠曲性能的影响

B. Currie 和 T. Gardinert 著

广西建筑科学研究设计院 李冬译

重庆建筑工程学院 孙树德校

摘 要 网状的聚丙烯已被用于增强水泥砂浆。结果是在30℃的温度下对各种荷载率分四个测试点进行挠曲弯曲试验所得。结果表明当复合材料变硬后，并不会脆化。

1 主要术语

复合材料、聚丙烯纤维、网状纤维、抗变强度、低温测试、玻璃变化温度、变形率、刚度、脆化破裂、水泥复合材料、材料的强度、荷载率、应力、破坏。

引言:

在Ulster大学土木系工作多年，研究了一项获取专刊的项目，即水泥/聚合物复合材料〔1〕的研究。在正常环境以外的强度下，考虑复合材料的性能是很重要的。在别处也有关于温度高达200℃时所产生的影响的报告〔2〕。每个聚合物都有玻璃变化温度。聚合物在此温度下由橡胶状改变成玻璃状结构。在低温下，聚合物将变硬，并且可能会脆裂。复合材料在低温下脆化破裂的易损性有待于研究。

背景情况:

1951年，Frith和Tuckelt〔3〕建议玻璃变化温度要取决于测试的速度——速度低所给的值较低。这意味着玻璃变化温度随测试条件变化。该研究基于一个设想，即聚合物材料中，有许多分子链盘绕在一起。当聚合物受压，这些绕成盘状的分子链分开，克分子链的分开与温度有关。当温度低时，发生变形的时间不够，材料在某种程度上发生变化，即“玻璃状”的变化。由于聚合物是变形率敏感的材料，即使在室温下也是如此，很明显，当荷载速度增加，表面呈“玻璃状”则更加显著。荷载率有待于研究，以下是有关这方面的论述。

上文的理论，即等一弹性原理已大部份被“相等一自由”体理论所代替，该理论已由Fox和Fory〔4〕阐述过，并由Williamset al,〔5〕推广。该理论叙述了比玻璃变化温度更重要的是：在聚合物材料中，有许多“自由体”阻碍了微粒的运动。假定自由体与温度的关系是线性关系，当温度下降时，即达到玻璃变化温度。在该温度下，聚合物内有大量的普通自由体，这些自由体很小，以至聚合物内的微粒运动非常困难。该理论得到广泛的承认，但现在发现普通自由体受这些因素的影响，如克分子重量，交叉耦合，克分子横向组合的长

度，综合聚合反应，以及在玻璃变化温度下试样硬化的方法。

显然，玻璃变化温度随许多现象发生变化。这意味着不可能对玻璃变化温度给出一个普通的定数。关于这一点，没有统一的模式来解释这一现象。

2 试样的制作

用于试验的试样应具有普通厚度6mm。因此需要六层聚丙烯网组成。制作样品时，把砂浆和网相间地放到规格为1500mm×600mm×6mm的模板中，并把每层压实。厚度达到6mm后，表面用锃刀修平，脱模后铺上潮湿粗麻布大约48小时，然后放入20℃±1℃的水中浸七天。七天后，放入微波炉中烤干，然后放入-25℃的冷藏箱等待试验。低温可阻止水泥再进行水合作用，因此，整个试验是以七天的强度为基础。

3 所使用的材料

所用的水泥砂浆中，硅砂拌合料与普通波特兰水泥之比为1:1，按重量计。水灰比为0.4。聚丙烯的结构为42×37，卷曲带为22tex和网状品222tex。卷曲网状品的韧性度为3.4g/d' tex，破坏延伸率为12.4%。

4 测 试

把试验试样置于间距为135mm的四个受弯点受弯曲力。从材料中截出150mm×50mm的样品，150mm应量纬线方向。试验可用图1中的设备进行，该设备用Instron机器加载，十字头速度为1毫米/分，记录纸上的速度为10毫米/分。

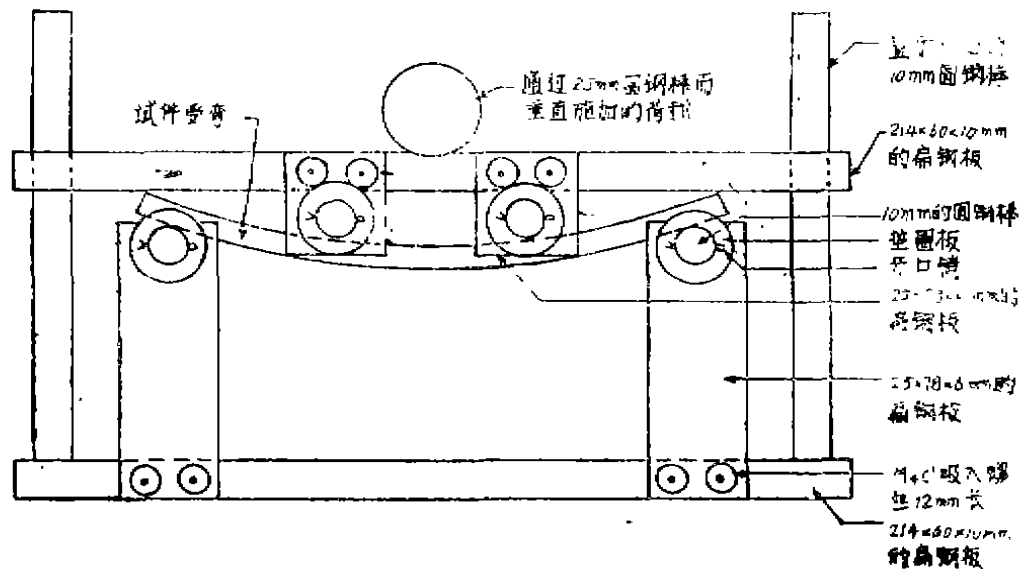


图1 试验台立视图

一个环境试验箱附在Instron机器上，该机器通过电扇和二氧化碳气体来保持低温。环境供氧箱内有温控设备和显示整数器。所显示的温度是金属外壳（即环境箱的墙体）的温度。为了检查该温度，把温差电偶放入环境箱内，所得的读数低于控制测量表的读数。这是由于箱内空气的温度随时变化，电扇提供了新鲜空气，尽管控制测量表的读数是金属外壳的温度，也要降低温度。因此假设控制测量表的温度为最大，即在试验中记录下的温度，试验的实际温度有可能降低。能保持的最低温度是 -30°C ，因此，选为试验温度。

开始做试验前，把试验设备以及试样放入环境箱30分钟，以保证试验设备部件的温度不变。

鉴于上文，理论模式提出了变形率与玻璃变化温度的关系，做试验时，十字头速度在0.5毫米/分和50毫米/分之间变化。

5 结 果

图2清楚地表明主温度下降时，复合材料就明显变硬，这是所预料的，但并没有导致脆裂。复合材料继续弯曲，有许多细小裂缝与卷曲带的间距相重合，直至试样从试验设备中取出来。

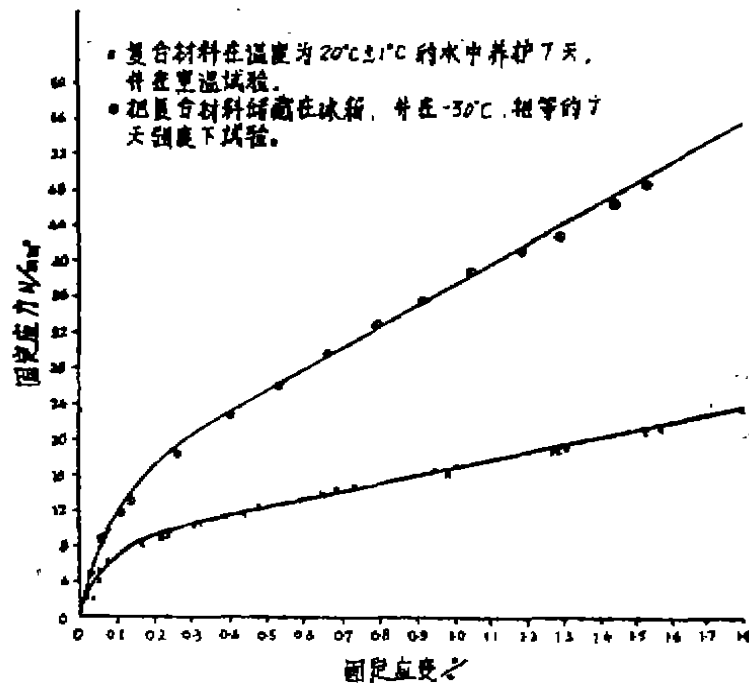


图2 复合材料在室温与在 -30°C 下弯曲反应的对比图。

图3表明复合材料在 -30°C 测试时，对改变十字头速度的弯曲反应。这就清楚地表明变形率增加，达到50毫米/分，复合材料变硬，但不脆裂。利用图3中曲线下的面积作为冲击阻力迹象，清楚地看到复合材料在 -30°C 时仍保持该阻力。在 -30°C 时，使试样裂坏的试验

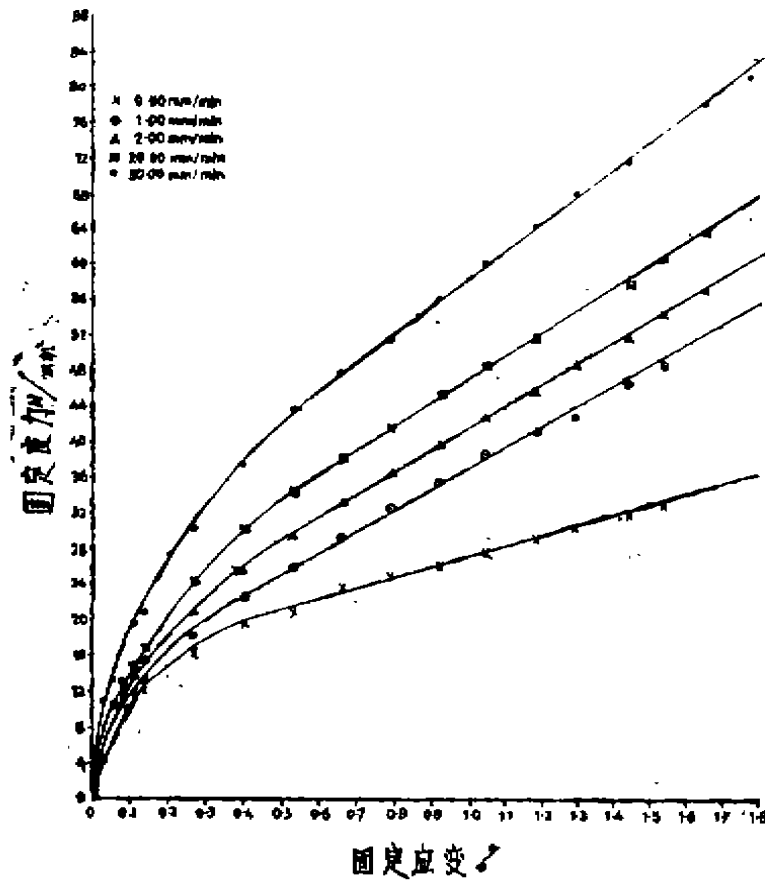


图3 复合材料在 -30°C 下与在各种荷载率下弯曲反应的对比图

速度的不知道。

结果表明复合材料在 -30°C 还保持其弯曲韧性。这与Surrey大学的研究报告相符合，报告说“Netcem”（一种用断开的聚丙烯纤维网增强的水泥砂浆）在 -20°C 测试没有脆坏的迹象〔6〕。在加拿大仍有关于聚丙烯的低温应用的例子〔7〕。可用聚丙烯包装袋来包装各种物品，并可以在加拿大北部的冬天用卡车运输这些东西。

6 结 论

1. 当温度降低时，聚合物纤维水泥复合材料变硬。
2. 在 $>30^{\circ}\text{C}$ 以上的温度时，复合材料不变脆。
3. 在 -30°C 以上的温度时，复合材料保持很好的冲击阻力。
4. 当荷载率增加时，复合材料出现硬结现象。
5. 当温度下降到至少 -30°C 时，复合材料保持其抗挠韧性。

译自《Cement Composites and Lightweight Concrete》Volume 11 No. 3