

56-59 钢筋 聚丙烯纤维 混凝土 梁 抗冲击强度

含有普通钢筋和原纤化聚丙烯纤维砼的抗冲击强度

[英] Sidney Mindess 等

河北建院 Mind, S 许贤敏译 柴永盛校 U448.34

【摘要】 含有普通钢筋和不同体积的原纤化聚丙烯纤维的砼梁，在一台装有仪表的落锤冲击试验机上进行了试验。测定了冲击强度和断裂能量。纤维的存在使梁的断裂能量大为提高，而其最大弯曲荷载则不受影响。断裂能量的提高大大高于聚丙烯纤维和钢筋分别考虑的效应之总和。

前 言

很早以前人们就知道在砼中掺入纤维能提高砼的延性(即弹性后的延性)。提高的程度取决于所用纤维的数量和种类。目前，原纤化聚丙烯纤维广泛应用于砼工程中，但是大都用作温度筋以防止收缩裂缝，这就是说在砼中的掺入量是相当低的，一般为体积的0.1%左右，主要用于防止塑性收缩裂缝的形成，尽管还可能提供其他方面的好处。然而许多研究表明，在静力与动力荷载的情况下，钢纤维和聚丙烯纤维在提高纤维增强砼的能量吸收能力方面也都是有效的。

最近业已证明，含有体积占0.5%的原纤化聚丙烯纤维的砼，在冲击荷载下的最大弯曲荷载可提高50%，断裂能量提高100%左右。这些结果是令人鼓舞的，值得进一步研究，以便确定原纤化聚丙烯纤维对于含有普通钢筋的砼梁是否具有同样的效益，本文论述的就是这样的一种研究，即纤维的体积含量达0.5%的普通钢筋砼梁受到冲击荷载的情况。

本研究所用材料的预试配料表明，0.5%的纤维体积含量是在水灰比、配合比设计和强

度级别保持不变的情况下，所能达到的最大含量。此0.5%的体积是对配合比设计不必作较大调整的最佳纤维含量。由于掺入纤维的表面积随体积含量的提高而增大，所以砼的坍落度随纤维含量的提高而下降。然而在震动台上压实，则在任何情况下都能获得可塑性拌合物，因为本课题之目的是研究纤维增强砼的抗冲击性能，所以纤维的含量就是一个主要的变数。

研究的意义

普通钢筋和聚丙烯纤维对砼抗冲击有着共同效应，关于这方面的研究为数甚少。本研究的结果将有助于评价含量较高的纤维(达体积的0.5%)，对钢筋砼动力性能的影响。

试 验 程 序

试 件

试件是用加拿大标准协会(CSA)的10型硅酸盐水泥——相当于美国材料试验学会(ASTM)的I型水泥、商品粉煤灰和最大粒径为20mm的天然集料。为了提高和易性，使用了普通的加气剂和减水剂。对于设计的抗压强

度为 20.7MPa 左右的砼，其基本配合比列在表 1 中。

表 1 每 m³ 砼的基本配合比设计

I 型水泥 (kg)	228
粉煤灰 (kg)	57
砂子 (kg)	550
1~4mm 集料 (kg)	330
5~10mm 集料 (kg)	373
12~20mm 集料 (kg)	722
加水 (kg)	155
加气剂 (ml)	73
减水剂 (ml)	727
19mm 长原纤化聚丙烯纤维	变数, 见表 2

19mm 长的原纤化聚丙烯纤维采用了四种不同的体积: 0% (控制试件), 0.1、0.3 和 0.5% (体积计)。纤维的比重为 0.9。纤维的掺入量和所得拌合物各项性能的平均值列在表 2 中。用每种纤维体积分量的拌和物浇注了六根梁。

表 2 纤维掺入量和拌合物的性能

纤维体积 (%)	0	0.1	0.3	0.5
纤维掺入量 (kg/m ³)	—	0.9	2.7	4.5
坍落度 (mm)	158	130	42	10
含气量 (%)	3.7	5.0	4.5	3.3
单位重 (kg/m ³)	2402	2402	2402	2430

1200mm 长、100mm 宽和 125mm 高的砼梁，用两根 10 号变形钢筋配筋，其公称直径为 11.3mm，钢筋的砼保护层为 25mm。这些钢筋的公称截面积为 100mm²，因此其配筋率为 1.6%，原材料在锅式拌和机内投配。根据美国材料试验学会 C192 规程的方法，采用下列拌和顺序：拌和 3 分钟，休息 3 分钟，然后再拌和 2 分钟。砼浇注在涂油的胶合板模型中，在震动台上震动，直到完全压实时为止。试件在聚乙烯薄膜下存放 1 天左右，然后转移到养护室中，直至 28 天龄期试验时为止。

冲击试验

本试验采用一台装有仪表的落锤冲击试验机，可把一个 345kg 的重锤从 2.3m 高度处落下。应变仪装在落锤的撞击端，记录落锤与梁之间的接触荷载。固定在梁上的加速计监测着冲击期间梁的加速度。这些数据是一台专用计算机的 5 通道目标探测系统所需要的；这些通道每隔 200 μ s 同时读数。数据储存在磁盘中，然后用一台主计算机进行分析，以便说明惯性效应。对于本文所述的试验，梁是简支的，跨度为 960mm；质量为 345kg 的冲击锤从 0.5m 的高度处落在梁的跨中。

由这些数据即可求出弯曲荷载与跨中挠度之间的关系，而断裂能量则取荷载与跨中挠度曲线下的面积。

试验结果

这四组梁的最大弯曲荷载和断裂能量，都列在表 3 中。虽然随着纤维含量的增大，最大弯曲荷载提高甚少，但是断裂能量却有显著提高，特别是在纤维含量为 0.5% 时。另外，最大弯曲荷载的标准偏差很小，这正如砼强度的实验室试验所预计的那样。断裂能量方面的变化相当大，但看来是这种冲击试验所固有的问题。

断裂能量数据示于图 1(a)。过去从无钢筋的纤维砼梁的试验中所得的数据示于图 1(b)，以资比较。因为有钢筋和无钢筋的梁，其断裂能量的数值相差很大。所以在图 2 中把图 1 的数据与无纤维的试件相比较，重新画出断裂能量的相对提高情况。四种不同拌合物之典型的荷载与挠度曲线（所选试件为断裂能量最接近于特定纤维体积之平均值）示于图 3。请注意，断裂能量是在荷载下降到最大值的三分之一点上计算的，因此图 3 中的曲线都是截断了的。

表 3 不同纤维含量的钢筋砼梁之最大弯曲荷载与断裂能量

梁号	纤维体积							
	0%		0.1%		0.3%		0.5%	
	最大弯曲荷载 (kN)	断裂能量 (N·m)						
1	41.3	206	38.3	191	41.4	403	43.5	622
2	39.6	299	39.2	588	—	—	45.5	836
3	39.8	359	41.2	474	45.0	354	46.7	623
4	45.0	252	40.1	259	43.8	615	43.8	901
5	40.9	271	39.4	262	46.8	424	48.1	897
6	38.4	325	38.0	322	44.4	424	43.5	1158
平均标准偏差	40.8	285	39.4	349	44.3	444	45.2	840
变差系数	2.1	49	1.1	137	1.8	89	1.8	184
(%)	5.1	17	2.7	39	4.0	20	3.9	21

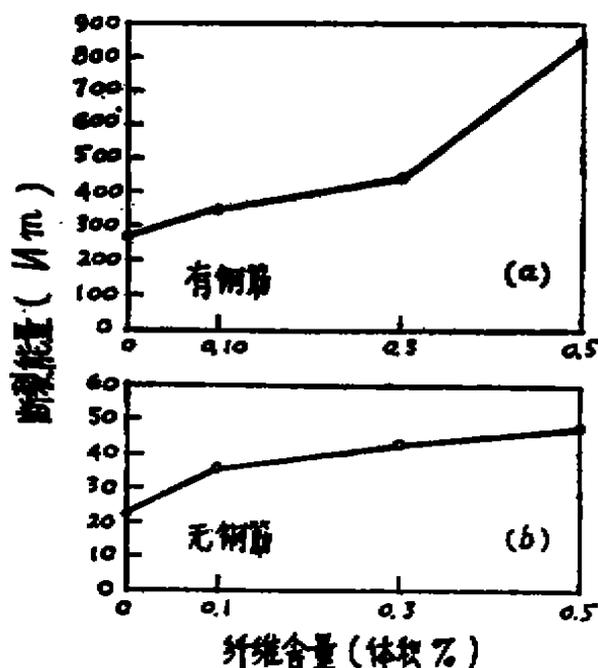


图 1 断裂能量与纤维含量的关系
(a) 有钢筋 d 梁; (b) 无钢筋 d 梁

结果的讨论

由图 1 和 2 可见, 纤维同钢筋相结合, 在断裂能量方面的提高比分别考虑的效果之总和更大, 特别是在纤维的掺入量为 0.5% 时, 提高纤维的含量可增大梁能支承最大荷载的挠度

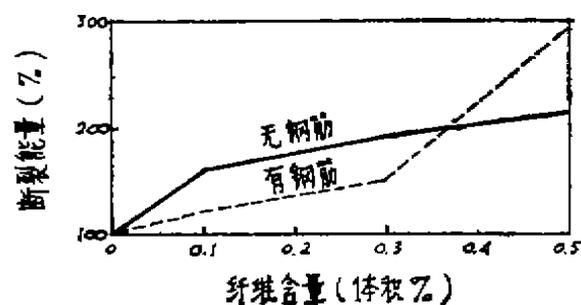


图 2 同无纤维的试件相比较断裂能量的相对提高

范围, 如图 3 所示。对于纤维含量为 0, 0.1 和 0.3% 的三组梁, 明显地受到了严重的损坏, 大块的砼剥落了, 露出了许多钢筋, 然而纤维含量为 0.5% 的梁, 一般保持了较大的整体性, 尽管也受到了严重的损坏, 但是砼几乎没有剥落, 梁的挠度也比纤维含量较少的梁要小, 这可能是由于在某些裂缝上纤维的“跨接”作用, 因而把整个梁约束在一起的缘故。

我们还注意到纤维含量为 0, 0.1 和 0.3% 的梁, 钢筋与砼之间有广泛的滑移, 纤维含量为 0.5% 的梁其滑移要小得多, 可能是因为纤维提高了砼与钢筋之间的粘结力。对这些试件进行仔细的微观研究, 也可看出这种提高。纤维含量为 0.5% 的砼梁, 钢筋周围水泥素浆中的纤维

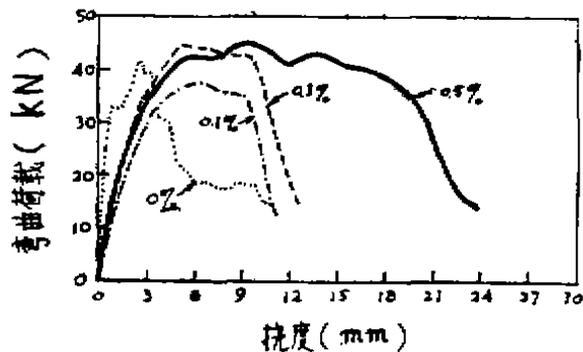


图3 不同纤维含量的钢筋混凝土梁之荷载与位移曲线

方向大都与钢筋表面相切。这种效应可能导致钢筋附近裂缝保持更加连续，从而增加了钢筋的锚固作用。因此，纤维含量为0.5%的砼，钢筋周围纤维的积聚可以解释断裂能量比预计的要大的原因。

结 论

1. 在含有普通钢筋的砼中，原纤化聚丙烯

纤维的掺入量在0.5%以下时，对冲击强度实际上毫无作用，但是断裂能量却有很大提高，特别是对纤维含量为0.5%的砼。

2. 对于所试验的纤维的各种体积含量百分率，纤维与结合料之间有充分的粘结力，使纤维被拔出的可能性减少到最低限度。

3. 砼的抗冲击强度随纤维体积分量的增多而提高。

4. 普通钢筋混凝土梁中的原纤化聚丙烯纤维，可提高梁在冲击荷载下的抗裂性，看来能阻止钢筋与结合料的剥离。

5. 纤维与钢筋相结合，其提高断裂能量的效应比单独考虑所预计的要大，特别是在纤维的掺入量为0.5%时。

参考文献(略)

译自美国“ACI Materials Journal”
1989年第6期，第545~549页

用超声波法检测钻孔灌注桩桩身质量

超声波脉冲透射检测桩身质量(缺陷)是一个简单易行、可靠及时的无损检测技术。具体方法是将声测管事先焊接在桩的钢筋骨架上，管中灌满清水作为耦合剂。测试时，把发射探头和接收探头分别置于两根声测管中，沿桩身每隔0.5m测一断面，记录声时值，输入PC-1500微机，画出各种关系曲线。当声时值发生突变，说明该部位砼有问题，再进行细测，用加密测点、扇形扫测等方法将砼空洞、断层、颈缩等测出。对测试结果进行判断时可采用“PSD判据法”，即将相邻两测点声时差值和斜率的乘积作为判据。用声时法判断桩身缺陷时，还要综合考虑其它因素如振幅、波形畸变等。对桩身砼均质性的评价是以全桩测试声时值的标准差和离散系数大小来衡量的。桩身砼强度估算是先对试件按7天、10天、14天、28天不同龄期进行超声波测试，得到声时值，算出声速，然后进行破损试验，得到砼强度。将声速与强度值用计算机进行回归分析，建立曲线，根据现场实测桩的平均声速，就可估算出桩身砼强度。

华冠珠 摘自《铁道建筑技术》1990年第3期