

[补充信息]

基于三点弯曲试验的聚丙烯纤维桥接应力研究

梁宁慧^{1,2,✉}, 曹郭俊^{1,2}, 刘新荣^{1,2}, 代继飞³, 缪庆旭^{1,2}

1 重庆大学土木工程学院, 重庆 400045;

2 库区环境地质灾害防治国家地方联合工程研究中心(重庆大学), 重庆 400045;

3 中国建设基础设施有限公司, 北京 100044

[Supplementary Information]

Study on Bridging Stress of Polypropylene Fiber Based on Three-point Bending Test

LIANG Ninghui^{1,2,✉}, CAO Guojun^{1,2}, LIU Xinrong^{1,2}, DAI Jifei³, MIAO Qingxu^{1,2}

1 College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China;

2 National joint engineering research center for prevention and control of environmental geological hazards in the TGR area (Chongqing University) , Chongqing 400045, China;

3 China Construction Infrastructure Limited Company, Beijing 100044, China

试验原材料及试件制备过程

本试验试件浇筑主要原材料有: 水泥、沙、石子、减水剂、聚丙烯纤维。原材料的性能参数如下:

(1) 水泥: 产自重庆小南海水泥厂的 42.5R 普通硅酸盐水泥, 在浇筑前检查水泥是否受潮, 若已受潮产生结团则不使用;

(2) 砂: 机制砂, 细度模数为 3.1, 松散堆积密度 1530 kg/m³; 特细砂, 细度模数为 0.8, 松散堆积密度 1294 kg/m³; 特细砂与机制砂比例为 2:8;

(3) 石子产自重庆歌乐山: 碎石 (5~10 mm): 含泥量: 0.5%, 表观密度: 2680 kg/m³, 松散堆积密度 1385 kg/m³; 碎石 (10~20 mm): 含泥量: 0.7%, 表观密度: 2690 kg/m³, 松散堆积密度: 1405 kg/m³; 5~10mm 与 10~25mm 的碎石比例为 4:6;

(4) 减水剂: 聚羧酸高效减水剂;

(5) 聚丙烯纤维: 聚丙烯细纤维采用北京融耐尔工程材料有限公司的纤维 (FF1、FF2), 聚丙烯粗纤维采用宁波大成新材料有限公司的纤维 (CF1)。

在纤维混凝土试件浇筑过程中, 应将纤维均匀分散于混凝土中, 避免出现结团现象, 纤维在混凝土中结团如图 S1。纤维在混凝土基体中均匀分布不仅能提高混凝土的质量, 也是纤维发挥增强增韧作用的关键, 纤维在混凝土中呈束或者呈团分布, 会对混凝土带来负面影响, 产生原始缺陷, 从而降低混凝土的力学性能。



图 S1 结团纤维

Fig.S1 Fiber agglomeration

本次试验参照《纤维混凝土结构技术规程》按照如下流程进行浇筑：

- ① 根据试验配合比，准备原材料，每一次浇筑前用电子称称量好原材料，盛于干燥的小桶中；
- ② 将称量好的砂、石子倒入搅拌筒中，搅拌约 1 min，然后加入聚丙烯纤维，细纤维应分批次、手动捻散、均匀加入搅拌筒/粗纤维应缓慢撒入搅拌筒，如图 S2，加完纤维后，搅拌约 2 min；



(a)

(b)

图 S2 捻散纤维

Fig.S2 Twisting fiber

- ③ 将水泥缓慢倒入搅拌筒中，搅拌约 2 min，可见细纤维飘动在搅拌筒上方及附着在筒口，再将水、减水剂缓慢加入搅拌筒中，搅拌约 2 min，观察搅拌筒中混凝土有无结团，若有结团应手动捻散，使其均匀分散，如图 S3；



图 S3 捻散在混凝土中结团的纤维

Fig.S3 Well-distributed the aggregated fibers in concrete

- ④ 提前将金属模具残留的混凝土及铁锈清理干净，并在模具内表面均匀涂刷脱模剂。搅拌完成后，将混凝土装入模具中，并将模具置于振捣台上，使其振捣均匀同时平整混凝土表面；

⑤ 振捣完毕将模具放在平整的地面上，如图 S4，覆盖保鲜膜，24 h 后拆模，将试件放入标准养护室养护 28 d；



图 S4 成型中的试件

Fig.S4 Specimens in moulding

⑥ 取出在标准养护室养护 28 d 的试件，于试件中部切割深 50 mm、宽 3 mm 的预制裂缝，保证裂缝光滑平整。打磨试件的上下表面，以使三点弯曲试验时受力均匀。

试验加载

试验前精确测量试件的尺寸，试件支撑点位置是以预制裂缝中心为中点，左右各取 200 mm。

试验加载前，调整试验机试件支座之间的距离，保证两支座跨度为 400 mm，为减少支座与试件的摩擦，需提前在试验机与试件接触的部分涂上润滑油。

将试件水平放置在基座上，调整加载点位置，使加载点位于试件的中心。用事先准备好的弹簧固定好夹式引伸计，并将夹式引伸计调零。

加载采用位移控制，加载速率为 0.1 mm/min，数据采集系统与荷载加载系统同步。