

聚丙烯纤维混凝土的性能试验研究

李卫东

新疆塔里木建安总公司

摘要: 通过实验研究,在混凝土中掺入聚丙烯纤维和混凝土,能相互取长补短,综合地改善混凝土的性能,从而有效提高了混凝土抗裂能力,混凝土裂缝明显减少,保证了混凝土质量。

关键词: 大体积混凝土; 抗裂性; 纤维

古代的人们将草筋掺入黄土或黄土卵石混合物中,用于抹墙或打地坪,之后用剑麻、亚麻、黄麻等掺入三合土中;现代则利用人工合成纤维或金属纤维作增强材料,用来配制混凝土。特别是近几十年来,国内外对人工合成纤维配制混凝土做了大量的试验研究工作,并取得显著成效。聚丙烯纤维极为纤细,其直径一般在 $(20\sim 40)\times 10^{-3}$ mm长度约20mm。它将数以千万根的数量掺入每 m^3 混凝土中,在混凝土内部形成相互交错的网架结构,达到各向同性的增强效果。由于聚丙烯纤维具有较高的抗拉强度(350~700MPa),较低的弹性模量 $(4\sim 8)\times 10^{-3}$ MPa,较大的变形性能(极限变形为5%~20%),有利于水泥基强度的增强和韧性的提高,此外,由于聚丙烯纤维的网架结构,可阻止混凝土中原生裂缝的扩展,延缓新裂缝的发生和发展,同时,可降低暴露面水分的蒸发,减少干缩裂缝的发生;纤维还有阻断混凝土内部毛细管通道的作用,阻止混凝土塑性沉降、泌水的发生,大大提高了混凝土抗冻、抗渗等耐久性指标。因此通过在混凝土中加入聚丙烯纤维来改善混凝土的性能。

1 原材料

(1)水泥 使用新疆青松化工总厂生产的中热P.O.42.5水泥,其品质指标满足GB175-1999的要求。

(2)粉煤灰 使用新疆塔里木热电厂Ⅱ级优质灰。其品质指标满足GB1596-91的要求。

(3)骨料 粗骨料为石灰岩砾石,采用两级配(5~20mm,20~40mm);细骨料为中砂。

(4)外加剂 浙江龙游外加剂厂生产的ZB-1A缓凝高效减水剂。

2 聚丙烯纤维混凝土性能

2.1 混凝土坍落度和含气量

聚丙烯纤维混凝土拌和物坍落度和含气量检测

结果见表1。

表1 聚丙烯纤维砼拌合物性能

$kg \cdot m^{-3}$

序号	1	2	3	4
水胶比	0.46	0.46	0.46	0.46
W	196	196	196	196
C	426	426	340.8	340.8
F	0	0	85.2	85.2
聚丙烯纤维	0	0.90	0	0.90
级别	二	二	二	二
砂率	40	40	40	40
减水剂	0.50	0.50	0.50	0.70
引气剂	0.90	0.90	1.0	1.0
坍落度	6.9	6.9	7.5	7.1
含气量/%	4.8	4.9	4.3	4.2

由表1可见:聚丙烯纤维混凝土与基准混凝土相比,拌和物的含气量几乎不变,而坍落度约减小30%,这是由于纤维相互交错形成网架结构从而导致混凝土流动性降低的缘故,但和易性、粘聚性均较好,为保持混凝土坍落度不变可适当增加减水剂用量。

2.2 混凝土抗压强度和劈拉强度

为论证聚丙烯纤维对混凝土抗压强度和劈拉强度的影响,以掺与不掺聚丙烯纤维以及掺与不掺粉煤灰作比较,实验结果见表2。

表2 混凝土抗压强度与劈拉强度

序号	1	2	3	4	
W/(C+F)	0.4	0.4	0.4	0.4	
F/%	0	0	20	20	
聚丙烯纤维 ($kg \cdot m^{-3}$)	0	0.9	0	1.8	
抗压强度 /MPa	7 d 28 d	27.4 37.08	29.7 38.2	25.4 35.2	28.4 36.7
抗压强度相 对百分率	7 d 28 d	100 100	108 103	100 93	104 99
劈裂强度	7 d 28 d	2.5 3.2	2.8 3.6	/ 3.3	2.9 3.5
劈裂强度相 对百分率	7 d 28 d	100 100	112 113	/ 105	118 109

表2结果表明:①不掺粉煤灰的序号1和序号2相比,序号2掺聚丙烯纤维 0.9 kg/m^3 ,其7d为108%,28d为103%;其各对应龄期的劈拉强度为基准混凝土的112%、113%,可见,聚丙烯纤维可提高混凝土早期抗压强度和劈拉强度;②在掺20%粉煤灰条件下,序号3和序号4相比,序号4掺聚丙烯纤维 1.8 kg/m^3 ,其7d和28d抗压强度增长为4%,-1%。其7d和28d劈拉强度增长为18%,9%。

2.3 干缩试验

干缩试验按《水工混凝土试验规程》SD105-82进行,检测结果见表3。

表3 聚丙烯纤维混凝土的干缩

序号	1	2	3	4
W/(C+F)	0.4	0.4	0.4	0.4
F	0	0	20	20
聚丙烯纤维 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	0	0.9	0	1.8
干缩				
3 d	-82	-92	-68	-60
7 d	-141	-130	-107	-92
14 d	-207	-202	-186	-176
28 d	-311	-303	-286	-272
相对干缩百分率				
3 d	100	112	100	88
7 d	100	92	100	86
14 d	100	98	100	95
28 d	100	97	100	95

从表3试验结果可见:①掺粉煤灰可明显减少干缩;②单掺聚丙烯纤维对混凝土干缩影响较小;③既掺粉煤灰又掺聚丙烯纤维(序号4与序号1相比)可减少早龄期干缩27%左右,有减小初期干缩应力、抑制干缩裂缝的趋势。

众所周知,引起混凝土干缩的主要原因之一是混凝土中自由水分逐渐蒸发,在混凝土内部产生毛

细管引力,使水泥胶体孔隙受到压缩,胶体体积随水分的蒸发而不断减缩,表观上呈现暴露面的收缩,当收缩应力大于混凝土抗拉强度时,将引发干缩裂缝。

由于聚丙烯纤维形成相互交错的网架结构,有效地阻断了毛细管通道,减少了塑性沉降和泌水作用,使砂浆早期水分蒸发速率减缓,可对早期塑性裂缝的出现起到抑制作用。

3 结 语

(1)在混凝土中掺加纤维后,对混凝土力学性能有一定提高,但提高得不是很明显。

(2)在混凝土中掺加纤维后,对混凝土的变形性能有较大改善,尤其是混凝土的自身体积变形明显减小,这主要是纤维在混凝土中形成一种三维二级加强体系,使混凝土体积更加稳定,混凝土内部应力传递更加均匀,从而使混凝土变形能力得到提高。

(3)在混凝土中掺入纤维后,混凝土抗渗有较大提高,这是由于纤维能阻止混凝土中微裂隙的扩展和新裂缝的出现,使混凝土内部的渗水通道减少。

通过本次研究,确定在大体积混凝土中应用聚丙烯纤维,从而有效提高了混凝土抗裂能力,混凝土裂缝明显减少,保证了混凝土质量。

参考文献

- [1] 龚召南. 水工混凝土的温控与防裂[M]. 北京:中国水利电力出版社,1998.
- [2] 李光伟. 聚丙烯纤维混凝土性能的实验研究[J]. 水利水电科技进展,2001,(10):14~16.

收稿日期:2004-04-15.

李卫东:男,1963年生,工程师,新疆,新疆阿克苏市塔里木建安总公司102项目部(843400).