

预制渠槽构件混凝土配合比试验研究

汤明燕¹,王沁怡²,龚英³

(1. 江西省水务集团有限公司,江西 南昌 330001;2. 江西省南昌市第三中学,江西 南昌 330029;
3. 江西省水利科学研究院,江西省水工安全工程技术研究中心,江西 南昌 330029)

摘要:针对当前构件产品外观质量较差、外压荷载值较低等问题,试验开展了构件混凝土配合比研究.以U型槽为研究对象,试验研究了混凝土配合比对U型槽外观、外压荷载及抗渗性的影响,讨论了混凝土工作性、强度与U型槽外观、外压荷载的联系.为制备出性能较好的U型槽,试验推荐了一个合理的混凝土配合比,提出了干硬性混凝土VC值和强度的合理范围,这对渠槽构件混凝土的合理配制具有一定的参考价值.

关键词:渠槽构件;配合比;构件性能

中图分类号:TV93

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2016)05-0320-05

U型槽预制构件因其独特优势被广泛应用于农田水利工程中.然而,当前U型槽构件产品普遍存在各种外观质量缺陷,且抵抗外荷载能力较差、破损率较高,这已成为U型槽构件产品的致命弱点,严重制约了U型槽构件的发展.

U型槽预制构件属于小骨料干硬性混凝土,其配合比设计方法与普通混凝土存在显著差异.鉴于干硬性混凝土的特殊性,国内学者围绕非农田水利工程应用领域的干硬性混凝土配合比优化开展了大量的研究工作.相关研究认为,通过调整单位用水量^[1-4]、水胶比^[1-4]、砂率^[5-10]、粉煤灰掺量^[11-13]等配比参数,优化干硬性混凝土配合比,可改善干硬性混凝土性能、提高预制构件混凝土质量.

然而,不同类型原材料或应用领域的干硬性混凝土配合比情况存在明显差异.目前关于薄壁渠槽构件干硬性混凝土配合比的相关研究较少.根据江西省某预制构件厂提供的试验条件,试验分析了混凝土配合比对构件外观、外压荷载及抗渗性的影响,并探讨干硬性混凝土工作性、强度与U型槽外观、外压荷载的内在联系.试验拟提出一个合理的混凝土配合比方案,以改善U型槽构件外观质量、提高外压荷载.

1 材料与方法

1.1 原材料

试验原材料为:复合硅酸盐水泥P.C32.5;II级粉

煤灰;天然河砂,细度模数为2.3,属中砂;粒径为5~20 mm的天然卵石;试验当地饮用水.

1.2 试验方法

参照SL352-2006《水工混凝土试验规程》中的附录A水工混凝土配合比设计方法,进行U型槽构件干硬性混凝土配合比设计.试验选择4个配合比参数:用水量、砂率、水胶比、粉煤灰掺量.选择用水量160~190 kg/m³;水胶比0.30~0.60;砂率为40%、50%;粉煤灰掺量为0%、10%、20%.U型槽构件混凝土试验配合比详见表1.

参照SL352-2006《水工混凝土试验规程》中碾压混凝土拌和物工作度试验方法,采用维勃稠度测试仪,测试了U型槽构件干硬性混凝土拌和物工作性(VC值).

参照SL352-2006《水工混凝土试验规程》中碾压混凝土强度试件成型方式,即配重块加压振动方式,成型150 mm×150 mm×150 mm的立方体强度试件,与U型槽构件同条件自然养护28 d,测试干硬性混凝土抗压强度.

U型槽规格为U300×480×35,表示U型槽的下圆弧内壁直径300 mm、槽深480 mm、槽壁厚35 mm.经定期洒水,自然条件养护28 d,参照江西省地方标准DB36/T646-2011《小型农田水利灌排渠预制混凝土构件制作与检测技术规程》相关试验方法,测试了U型槽的外观、外压荷载及抗渗性.

收稿日期:2016-10-03

项目来源:江西省水利厅科技项目(KT201414).

作者简介:龚英(1984-),女,硕士,工程师.

2 结果与分析

2.1 外观

采用不同混凝土配合比制作的 U 型槽构件,其外观试验结果详见表 1。

表 1 U 型槽构件外观试验结果

编号	水胶比	水 (kg/m³)	水泥 (kg/m³)	粉煤灰 (kg/m³)	粉煤灰 掺量/%	砂率 /%	外观 质量
1	0.60	160	267	/	0	50	差
2	0.30	170	567	/	0	50	差
3	0.35	170	486	/	0	50	差
4	0.40	170	425	/	0	50	差
5	0.45	170	378	/	0	50	差
6	0.50	170	340	/	0	50	差
7	0.55	170	309	/	0	50	较好
8	0.60	170	283	/	0	50	较好
9	0.30	180	600	/	0	50	差
10	0.35	180	514	/	0	50	差
11	0.40	180	450	/	0	50	较好
12	0.45	180	400	/	0	50	较好
13	0.50	180	360	/	0	50	较好
14	0.55	180	327	/	0	50	较好
15	0.60	180	300	/	0	50	较好
16	0.30	190	633	/	0	50	差
17	0.40	190	475	/	0	50	差
18	0.45	190	422	/	0	50	差
19	0.50	190	380	/	0	50	差
20	0.60	190	317	/	0	50	差
21	0.30	170	567	/	0	40	差
22	0.40	170	425	/	0	40	差
23	0.50	170	340	/	0	40	差
24	0.60	170	283	/	0	40	差
25	0.30	180	600	/	0	40	差
26	0.40	180	450	/	0	40	差
27	0.50	180	360	/	0	40	差
28	0.60	180	300	/	0	40	差
29	0.30	180	540	60	10	50	差
30	0.40	180	405	45	10	50	良好
31	0.50	180	324	36	10	50	良好
32	0.60	180	270	30	10	50	良好
33	0.40	180	360	90	20	50	差
34	0.60	180	240	60	20	50	差

当水胶比小于 0.40 时,U 型槽混凝土表面出现局部泛白(见图 1)。混凝土表面局部泛白(俗称泛碱)本质是水化产物氢氧化钙随水分由内向外迁移,带至混凝土表面后,发生化学反应产生白色沉淀碳酸钙。这样会破坏混凝土内部的碱性环境,使水化产物处于不稳定状态,可能会给混凝土强度和耐久性带来不良后果。因此,为避免 U 型槽混凝土表面局部泛白,水胶比不宜小于 0.40。

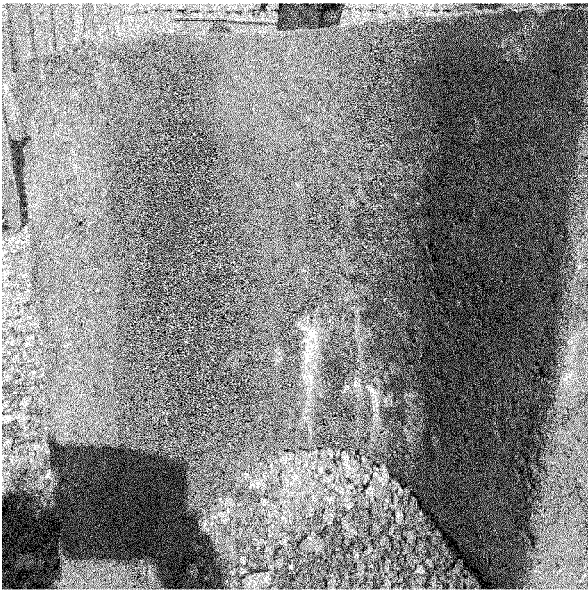


图 1 U 型槽混凝土表面泛白现象

当砂率统一为 40% 不变时,其他配比参数详见编号 21~24 或编号 25~28,其 U 型槽混凝土表面粗糙、边角严重破损、外观质量较差;当砂率增至 50% 时,其他配比参数详见编号 7、8 或编号 11~15,其 U 型槽混凝土表面较光滑平整、外观质量得到改善。因此,试验推荐砂率不宜低于 50%。

当用水量较小时(160 kg/m³),混凝土拌和物太干,混凝土不易密实,U 型槽混凝土表面石子外露、外观质量较差;而当用水量较大时(190 kg/m³),混凝土拌和物太湿,脱模后坯体容易变形,U 型槽外观不满足要求。根据 U 型槽外观试验结果,试验推荐用水量宜控制在 170~180 kg/m³。

当粉煤灰掺入 10% 时,干硬性混凝土拌和物工作性得以改善,使掺了粉煤灰的 U 型槽表面看似更光滑平整。然而若继续增加粉煤灰(掺量至 20%),胶凝材料粉体颗粒较多,导致干硬性混凝土拌和物状态太干,脱模后坯体表面布满大小裂缝,U 型槽外观不满足要

求。从试验结果来看,推荐粉煤灰掺量不宜超过 10%。

2.2 外压荷载

在砂率统一为 50% 的情况下,水胶比、用水量、粉煤灰掺量等参数对 U 型槽外压荷载的影响规律见图 2。考虑编号 1、2、16~20、33~34 的 U 型槽表面有裂缝或构件本身变形、尺寸不规范等缺陷问题,可能会影响外压荷载试验结果,故试验测试了编号 3~8、9~15、29~32 等 U 型槽外压荷载值。试验结果表明,这些 U 型槽外压荷载值均大于 3.0 kN/m,满足江西省地方标准 DB36/T646-2011《小型农田水利灌排渠预制混凝土构件制作与检测技术规程》(以下简称《规程》)的要求。

由图 2 可知,U 型槽外压荷载值随水胶比的增大而减小、受用水量变化的影响相对较小;掺入粉煤灰会降低 U 型槽外压荷载值。对于未掺粉煤灰的 U 型槽,当水胶比逐渐增至 0.60,其 U 型槽外压荷载值均大于 5.0 kN/m,明显增强了 U 型槽抵抗外力的能力;对于掺了粉煤灰的 U 型槽,若需 U 型槽外压荷载大于 5.0 kN/m,则水胶比可增大至 0.50。

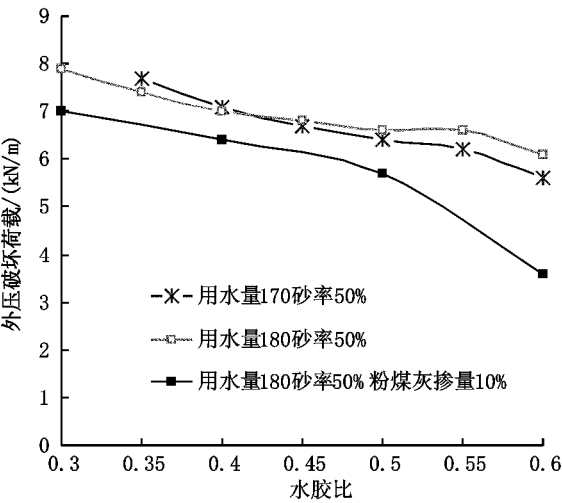


图2 水胶比、用水量、粉煤灰掺量对 U 型槽外压荷载的影响规律

2.3 抗渗性

选择 10 组外观质量较好的 U 型槽,进行抗渗性试验,试验结果见表 2。在注水 24 h 后,这 10 组 U 型槽外壁无潮片,满足《规程》规定的 U 型槽抗渗性要求。

2.4 预制构件性能与混凝土拌和物性能的相关性

试验分析 U 型槽构件性能(外观、外压荷载)与混凝土拌和物性能(工作性、强度)的相关性,拟通过控制干硬性混凝土拌和物性能,以获得质量较好的 U 型槽预制构件。

表 2 U 型槽抗渗性试验结果

编号	U 型槽外壁潮湿情况
7	外壁无潮片
8	外壁无潮片
11	外壁无潮片
12	外壁无潮片
13	外壁无潮片
14	外壁无潮片
15	外壁无潮片
30	外壁无潮片
31	外壁无潮片
32	外壁无潮片

U 型槽外观质量与干硬性混凝土 VC 值存在一定相关性。试验表明(见表 3),干硬性混凝土 VC 值在 5~7 s,其混凝土拌和物可满足“捏紧成团、落地分散、振动挤压后出浆”的生产工艺要求,U 型槽外观质量较好。

表 3 U 型槽外观质量和相应干硬性混凝土 VC 值

编号	混凝土 VC 值/s	U 型槽外观质量
1	11.0	差
2	15.0	差
3	11.0	差
4	9.0	差
5	8.0	差
6	7.5	差
7	7.0	较好
8	5.8	较好
9	14.0	差
10	10.0	差
11	7.5	较好
12	7.0	较好
13	6.0	较好
14	5.5	较好
15	5.0	较好
16	12.0	差
17	4.8	差
18	4.0	差
19	3.5	差
20	3.0	差
29	8.0	差
30	6.8	良好
31	5.2	良好
32	4.0	良好

U 型槽混凝土外压荷载与混凝土抗压强度呈正线性相关,见表 4。通过增强干硬性混凝土抗压强度,可相应提高 U 型槽混凝土外压荷载值,从而增强 U 型槽抵抗外力的能力。

表 4 U 型槽抗压强度与外压荷载的线性关系

编号	x	y	函数关系式	相关系数 R^2
9~15	抗压强度	外压荷载	$y=0.083\ 9\ x+4.015\ 3$	0.84
3~8	抗压强度	外压荷载	$y=0.117\ 5\ x+2.487\ 1$	0.84
29~32	抗压强度	外压荷载	$y=0.231\ 5\ x$	0.98

以 10 组外观质量较好的构件为例,直观分析其外压荷载和混凝土抗压强度的相关性。由见表 5 可知,为进一步增强 U 型槽抵抗外力的能力,若 U 型槽外压荷载大于 5.0 kN/m,则干硬性混凝土抗压强度需超过 25 MPa。

综上各配比参数对构件性能的影响研究,试验推荐一个合理的干硬性混凝土配合比(见表 6),以此配制干

硬性混凝土,可进一步改善构件的外观质量、明显提高构件的外压荷载。并且,提出以混凝土工作性和强度(见表 6)为控制指标,有效保障干硬性混凝土拌和物材料质量,既满足预制构件生产工艺要求,又提高了 U 型槽构件产品性能。

表 5 U 型槽的外压荷载和抗压强度试验结果

编号	混凝土抗压强度/MPa	构件外压荷载值/(kN/m)
7	28.7	6.2
8	27.7	5.6
11	38.2	7.0
12	35.7	6.8
13	33.3	6.6
14	27.1	6.6
15	25.3	6.1
30	28.5	6.4
31	25.1	5.7
32	15.7	3.6

表 6 试验推荐干硬性混凝土配合比优化方案

项目	粉煤灰掺量/%	水胶比	用水量 /(kg/m ³)	砂率/%	干硬性混凝土拌 和物性能要求
不掺粉煤灰的配合比	0	0.40~0.60	170~180	不低于 50	混凝土 VC 值在 5~7 s; 混凝土强度超 25 MPa
掺粉煤灰的配合比	≤10	0.40~0.50	170~180	不低于 50	

3 结语

以江西省某预制厂生产的 U 型槽构件为研究对象,试验研究了各配比参数对 U 型槽外观、外压荷载及抗渗性的影响。为进一步改善该预制厂构件的外观质量、提高构件的外压荷载,试验推荐了一个合理的混凝土配合比:混凝土砂率不宜低于 50%;用水量宜 170~180 kg/m³;不掺粉煤灰时,水胶比宜 0.40~0.60;掺粉煤灰时,水胶比宜 0.40~0.50,且粉煤灰掺量不宜超过 10%。这可为 U 型槽混凝土配合比设计提供参考。

同时提出以混凝土工作性和强度为控制指标,试验推荐干硬性混凝土 VC 值控制在 5~7 s、混凝土强度设计值超 25 MPa,使混凝土拌和物满足“捏紧成团、落地分散、振动挤压后出浆”的生产工艺要求、U 型槽构件产品性能较好。

参考文献:

[1]陈式华,章晓桦,陈卫芳.干硬性混凝土预制块配合比及性能试验研究[J].浙江水利科技,2013(1):73~74.

[2]强卫,曹春,黄聪华等.用水量和砂率对道路碾压混凝土性能的影响[J].混凝土与水泥制品,2003(6):21~22.

[3]甘继胜,何清举,李昭生.高强度干硬性混凝土护坡砌块配合比设计[J].水电能源科学,2009(6):116~117.

[4]盛陈飞,汪源,王浩.机制干硬性混凝土联锁型护坡砖配合比设计[J].山西建筑,2014,40(33):109~110.

[5]何锦卫,李瑞璟,王继宗.砂率对砼和易性及强度影响的试验研究[J].河北建筑科技学院学报,2002(4):27~29+43.

[6]翁兴中,张广显,韩照,等.砂率对道面混凝土性能的影响[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2013(2):239~244.

[7]张士萍,邓敏,唐明述.混凝土抗冻融循环破坏研究进展[J].材料科学与工程学报,2008(6):990~994.

[8]周学,于红生,刘林明.混凝土配合比设计中砂率选择方法探讨[J].商品混凝土,2007(5):43~46.

[9]郭傲,赵铁军,王鹏刚,等.砂率对干硬性混凝土性能的影响[J].铁道建筑,2015(2):137~140.

- [10] 郭傲, 赵铁军, 刘洪珠等. 干硬性混凝土力学及吸水性能研究[J]. 混凝土, 2015(4): 41 ~ 43.
- [11] 郭傲. 干硬性混凝土配合比优化及其耐久性研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2014.
- [12] 李维, 冯亚梅, 王胜利. 粉煤灰在预制构件中的应用技术[J]. 河南城建高等专科学校学报, 1999, 8(3): 17 ~ 19.
- [13] 娄宗科, 阎宁霞, 周亚娟. 大掺量粉煤灰配制高性能渠道衬砌混凝土的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(12): 103 ~ 106.

编辑: 张绍付

Experimental study on concrete mixture ratio of prefabricated drainage trough components

TANG Mingyan¹, WANG Qinyi², GONG Ying³

(1. Jiangxi Provincial Watter Affairs Group Limited Corporation, Nanchang 330001, China;

2. No. 3 Middle School of Nanchang, Nanchang 330029, China;

3. Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Jiangxi Provincial Research Center on Hydraulic Structures, Nanchang 330029, China)

Abstract: In order to solve the problem of poor appearance and low external pressure within current precast components, concrete mixture ratio is studied through experiments, which takes U - shape drainage trough as an object to dig into the effects of different mixture ratio on concrete appearance, external pressure and anti - permeability, the connection between concrete workability and strength with U - shape drainage trough appearance and external pressure is also discussed. To cast U - shape drainage trough with good performance, a reasonable concrete mixture ratio was given, reasonable range of concrete VC values and strength were also determined. It could be of certain reference value for casting drainage trough components.

Key words: Prefabricated drainage trough components; Mixture ratio; Component performance

翻译: 邹晨阳

江西省水利厅厅长罗小云出席 江西水利职业学院第 32 个教师节座谈会

2016 年 9 月 9 日上午, 江西水利职业学院第 32 个教师节座谈会在学院培训中心第一会议室召开, 省水利厅党委书记、厅长罗小云出席座谈会, 厅人事处、规划计划处负责人陪同。罗小云厅长听取了关于学院教师队伍建设、专业人才培养和实习基地建设等情况的汇报, 教师代表就学院内部制度建设、教学管理、实训场所建设、专业设置等方面的情况的发言, 对教师以主人翁的态度为学院发展积极建言献策给予了充分肯定。罗小云厅长说, 厅党委一直以来对学院的发展十分关注, 今后也将不断支持学院的建设与发展。他指出, 学院的建设需广大教职工齐心协力, 要充分发挥教职工代表大会民主管理、民主监督的作用, 以《江西水利职业学院章程》为共同纲领, 围绕《江西省水利厅关于支持江西水利职业学院发展的决定》, 加快制定学院发展规划, 加强制度建设, 规范管理, 凝神聚力促进学院各项事业健康快速发展。

(江西水利职业学院 王 昭)