

水工建筑物混凝土裂缝成因与预防处理

孙宇¹ 潘卫锋² 仲璐³

1. 江苏省骆运水利工程管理处 江苏 宿迁 233800

2. 江苏省骆运水利工程管理处 江苏 宿迁 233800

3. 江苏省沭阳闸管理所 江苏 宿迁 223800

摘要：水工建筑物构件内部往往会产生不同类型的裂纹，其中，各种形式的裂纹对水土混凝土结构产生的破坏力度不同，而且哪怕是细小的裂纹都可以侵蚀其内部钢筋材料，给其混凝土构件的耐久性、承载力和使用功能等方面，有非常负面的作用；这种情况严重的裂缝甚至会对我们的生命财产安全造成不良影响。因此，水利工作者必须注意采取相应方法防止建筑物开裂。

关键词：水工建筑物；混凝土；裂缝成因；预防处理

引言：裂缝问题是水土混凝土施工应用过程中最常见的问题之一，工程实践中造成裂缝的原因有很多种，对于一般建筑来说，正常情况下轻微的裂缝对建筑体并没有太大的伤害，但对水工建筑物来说，就不能忽视裂缝对水工建筑物的影响，因为水体的渗透作用，建筑物受到伤害的强度会变大，甚至影响建筑物的安全性和稳定性。

1 水工混凝土结构裂缝的种类

1.1 表面裂缝

水工结构的裂缝是大尺寸钢筋常见的裂缝之一，通常包括竖向裂缝和水平裂缝二类，一般发生于平面施工缝表面或混凝土的顶部，且直径和深度通常较小。表面裂缝主要出现于水工大坝或闸墩等大尺寸混凝土的浇筑过程中，一般由温度变动所致。表面裂缝影响通常较小，虽然不影响混凝土构件的全部强度，但非常突出，影响美观。若裂隙处在基础的抗滑稳定区以及上挡水面板等重要部位，当坝体内气温降低缓慢时，就必须及时采用洒冰等办法降低水化温，以避免表层裂隙的进一步发展而形成贯穿或深层裂隙^[1]。

1.2 贯穿裂缝

基础贯穿裂缝通常发生于坝体大块的基础部位，长度往往很大，且深跨一个或许多的仓面。这类裂缝基本出现于混凝土施工后的内部降温过程中，是由于大体积的混凝土施工后间歇时间过长，温度突然骤降以及内部降温不及时等因素共同影响而造成，裂缝长度也通常是下小上大。基础贯穿断裂危险性最高，会直接危害大坝的完整性和安全。裂缝如果发生在大坝的纵断面，它导致坝体应力变化，把大坝切割成块状，大坝的稳定性会受到损害；一旦裂缝发生在上游坝基附近，会产生很大

的拉应力，导致工程的不平衡，直接威胁工程安全。

1.3 深层裂缝

深层裂缝通常发生于坝块面上，但其深度和孔径均较大，一般会贯穿整个混凝土面和仓层。由于深裂纹位于坝块表面，是由表面裂纹逐步扩展而成的，又叫做表面深断裂。

2 混凝土裂缝产生的原因

2.1 荷载作用引起的裂缝

荷载产生直接应力，导致直接应力裂缝。在设计计算中，没有计算结构或部分计算或者计算模型不合理。导致内力和钢筋在计算中存在误差。或者在设计结构时，没有考虑施工可能性，截面设计不充分，刚度设计不合理，图纸不清楚。在施工过程中，施工工具和材料没有合理的堆放，没有按照设计图纸严格施工，施工顺序随意改变，结构力在使用过程中超出设计负荷范围会导致裂缝^[2]。

2.2 混凝土的干缩裂缝

建筑物内部的孔隙以及毛细孔可以吸收水份，而水的存在也可能导致“湿度变形”等问题的产生，一般表现为干缩或湿胀。当胀缩接受了所有来自内部以及外界因素的限制以后，钢筋就开始产生了拉应力，而拉应力如果超出了一定限度以后就会出现断裂，而水灰比值越高，所引起的变形也就越大。

2.3 温差裂缝

温度开裂的主要问题是混凝土结构表层与内部温度很大，出现温度型开裂。因此，在混凝土材料放热过程中，建筑内高温可以迅速增加，而这部分高温没有有效分布，造成建筑内部和外部温度差异显著。同时，造成这种情况的根本原因是，在施工作业过程中，不科学合

理的用水规划促进了建筑材料本身的水化热参数过高，但是过高的水化热参数并不会消失，反而积累到了建筑材料里面，由于这些温度梯度的变化，导致材料发生标准变形，这也可能导致建筑物倒塌。

2.4 塑性收缩与坍塌

外部影响很容易对凝固阶段的混凝土产生影响，如终凝前水份不断挥发，不平衡的环境导致结构体积出现变化、缩短，无法达到预期要求，混凝土最后将出现塑性收缩，并逐步形成了塑性收缩裂缝。当构件配筋数比较多的情形时，由于钢筋对混凝土收缩而产生拉应力就会产生收缩裂缝。另外，当由于一定的原因影响混凝土的自身状况出现变化时，就会出现混凝土开裂或者出现塑性塌陷现象^[3]。

2.5 原材料质量不合格

原材料也是水工建筑施工流程当中保证质量较为重要的一个组成部分，但如果由于原材料质量不符合一定标准要求而出现严重的安全隐患，便会给后续建设工程施工造成一系列的问题，从而最终导致混凝土裂纹的产生。在水泥原料当中往往会存在很大比重的碱式分子，这种成分与部分活性骨材将会产生化学反应同时还将通过对周围环境中的水份吸附使得其表面积增加，从而导致水泥产生膨胀、开裂现象。

2.6 养护不够科学导致裂缝

由于水工建筑物大多数在室外施工，受气候的影响较大，在混凝土未达到一定的温湿度的情况下，混凝土固结收缩的程度也会较深，对混凝土品质的影响不容忽视。此外，养护不科学也会导致受力点不够均匀的现象，导致裂缝问题产生^[4]。

3 水工建筑物混凝土裂缝预防处理措施

3.1 合理设计施工方案

在具体进行水利工程施工方法的制定操作中，需要对钢筋比较易产生裂纹的地方予以高度重视。一般情况下，当构件的直径允许的同时没有影响配筋率的情况下，可使用钢板的长度和宽度较短，往往便能够有效的减少建筑物发生开裂的可能性。混凝土结构方面的配筋加固过程也必须给予合理设计，但一定要选择最为合理规格的钢筋材质。

3.2 严格选取原材料

在水工建筑施工时，最重要的材料就是所使用到的混凝土、砂石、添加剂等原料。所以要想达到对水工混凝土建筑物开裂现象的有效管理，做好对建筑原材料的品质把控将非常重要。对于原材料使用的水泥而言，一定要保证产品完全满足当前国家已实施的有关性能质量标准，

在实施过程中对受潮、失效的材料不得进行使用^[5]。

3.3 加强对水化热开裂有效的控制

混凝土水化之后必然要产生处较高的能量，使得钢筋内部形成很大温度，造成钢筋在高温应力作用下出现裂纹。因此，在工程施工环境中，工作人员也应高度重视的施工温度。

大体积混凝土水化热计算公式

(1) 最大绝热温升

$$1) T_{max} = T_j + 0\xi + F/50$$

$$2) \theta = m_{cc} * Q/C * p$$

T_{max} ---混凝土最大绝热温升 (°C)

m_{cc} ---混凝土中水泥用量 (kg/m³)

F ---掺合料用量

K ---掺合料折减系数，粉煤灰0.25-0.30

Q ---水泥28天水化热 (Kj/kg)

C ---混凝土比热，取值0.97 (kJ/kg*K)

水泥28天水化热

水泥品种	水泥强度等级	水化热Q (kJ/kg)		
		3d	7d	28d
硅酸盐水泥	42.5	314	354	375
	32.5	250	271	334
矿渣水泥	32.5	180	256	334

p ---混凝土密度，2400kg/m³

e ---为常数取值2718

t ---混凝土的龄期 (d)

m ---系数，随浇筑温度改变，见下表

浇筑温度 (°C)	5	10	15	20	25	30
m (1/d)	0.295	0.318	0.34	0.362	0.384	0.406

(2) 混凝土中心温度计算

$$T_{1\omega} = T_j + Th * \varepsilon_{\omega}$$

$T_{1\omega}$ ---t龄期混凝土中心温度

T_j ---混凝土浇筑温度

ε_{ω} ---t龄期降温系数，见表

浇筑厚度 (m)	龄期 (d)									
	3	6	12	15	18	21	24	27	30	
1	0.36	0.29	0.17	0.09	0.05	0.03	0.01	0.08	0.05	0.04
1.25	0.42	0.31	0.19	0.11	0.07	0.04	0.03	0.19	0.16	0.15
1.5	0.49	0.46	0.38	0.29	0.21	0.15	0.12	0.25	0.21	0.19
2.5	0.65	0.62	0.57	0.48	0.38	0.29	0.23	0.3	0.25	0.24

(2) 混凝土中心温度计算

$$T_{1\omega} = T_j + Th * \varepsilon_{\omega}$$

$T_{1\omega}$ ---t龄期混凝土中心温度

T_j ---混凝土浇筑温度

ε_{ω} ---t龄期降温系数，见表

浇筑厚度 (m)	龄期 (d)									
	3	6	12	15	18	21	24	27	30	
1	0.36	0.29	0.17	0.09	0.05	0.03	0.01	0.08	0.05	0.04
1.25	0.42	0.31	0.19	0.11	0.07	0.04	0.03	0.19	0.16	0.15
1.5	0.49	0.46	0.38	0.29	0.21	0.15	0.12	0.25	0.21	0.19
2.5	0.65	0.62	0.57	0.48	0.38	0.29	0.23	0.3	0.25	0.24

3.4 施工过程科学控制

3.4.1 二次压光法消除了混凝土的塑性收缩裂缝。这种裂缝产生的原因大多是由混凝土表层失水造成的，大多出现在混凝土初凝至终凝期间，要想完全消除这种裂

缝,一般都必须利用机器抹光机来完成大规模以及高强度的体将磨光,而后再使用机器收光机进行大范围、高浓度的收光,用这个方式就能够大幅度的增加混凝土的表面强度和平整度。

3.4.2 混凝土的沉缩裂缝。解决钢筋的沉缩裂缝一般采取二次每点的方法。施工后失去坍落力并出现初凝的钢筋进行第二次每点,钢筋将会再一次完全液化,如此处理能够很好的去除粗骨材和钢筋直径下的水层,降低收缩率,对泵送钢筋应特别重视第二次每点。

3.4.3 对约束裂缝的影响。混凝土内部出现约束断裂现象的原因,大多是由于混凝土内部温差太大或收缩而造成的约束抗拉强度超过了混凝土整体抗拉强度,因此对于当混凝土内部温差过大或是温度下降时,就必须做好保湿保温的措施^[1]。

3.4.4 干缩裂缝的预防措施

防治干缩裂纹时,要选用压缩率较小的混凝土,降低水泥的用量。然后,在混凝土中掺入适量的水灰,水灰比例越大,收缩程度越大,因而,要明确水灰的使用比例,在掺入少量的减水剂。

3.5 做好混凝土养护处理

因为在水泥刚刚施工完毕之后,里面的混凝土还没有全部水化,而整个水化过程中必须要得到一定的水分保障,所以施工人员应该在进行施工作业之后,定期进行水泥的保养操作,并保持水份足够,由此来为水泥水化提供充分的保障。现阶段在水利工程的设计中,由于一直面临着对混凝土养护要求进行不严格规定的情况,也使得混凝土的含水率并没有达到一定要求,也因此导致混凝土水化工程收到了不同程度的效果,这导致混凝土实际含水量无法达到相应标准,从而使得水泥水化受到了不同程度的影响,最终使塑性变形的问题更加容易发生,从而导致了混凝土的开裂问题。针对这一问题,施工单位应高度重视混凝土维护工作,必须认真结合状况,科学合理计划维护时间,并且在具体维护过程中,必须确保合理使用维护方式,比如:实施薄膜覆盖保护等^[2]。

3.6 温度裂缝的预防措施

高温裂纹是混凝土开裂最为普遍的一种,针对高温

裂纹的预防,施工人员要采取先进的预防方法和治理手段。尽量选用低火和中温的混凝土,如炉渣混凝土、粉煤灰综合利用混凝土等。尽量选择低热或者中热的水泥,如矿渣水泥、粉煤灰水泥等。

然后,再把其他物质加入水泥中,在水泥中加入少许的水泥,降低水泥中的含水率。对混凝土进行搅拌的处理过程中,必须是在原有的处理技术基础上采用最新的处理技术,降低混凝土的施工温度。可在混凝土中加入适量减水剂、塑化、缓凝等功能的外加剂,以提高混凝土中拌和物料的流动性、保水性,从而减少了水化热,并推迟混凝土发热的时间。在高温季节施工钢筋后,为降低高温对钢筋的冲击,施工可利用遮阳板遮挡钢筋,减少施工钢筋的高温。对大体面积钢筋在施工中,应考虑其结构的变形,结构变化越大,随吸引的温度越高,混凝土中就会越易出现裂缝^[3]。

结语

裂纹是钢筋体系中普遍存在的一个问题,它的存在不但会削弱建筑材料的抗渗功能,干扰建筑材料的使用功能,甚至可能导致钢筋的腐蚀,钢筋的碳化,降低建筑材料的耐久性,影响建筑材料的承载能力,所以要对混凝土裂纹加以仔细调研、区别对待,选择合理的方式加以解决,并在建筑工程中采用各项合理的安全措施来避免裂纹的产生与发展,确保建筑材料与结构安全、平稳地工作。

参考文献

- [1]赵彩霞.分析水工建筑物混凝土裂缝成因与预防处理对策[J].现代物业(中旬刊),2018,01:122~123.
- [2]朱勇.分析水工建筑物混凝土裂缝的控制对策[J].建筑工程技术与设计,2020(20):344.
- [3]张洋溢.分析水工混凝土裂缝的成因及控制[J].建材与装饰,2020(7):32-33.
- [4]浅析混凝土裂缝产生原因及控制措施[J].李锋,陈卫冠,杨健.中国住宅设施.2021(06)
- [5]王瑞瑶.水工混凝土裂缝的成因及防治对策[J].低碳世界,2020,10(09):80-81.