



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

高性能防水混凝土应用技术规程

Technical standard for high performance waterproofing concrete

（征求意见稿）

×××出版社

中国工程建设标准化协会标准

高性能防水混凝土应用技术规程

Technical standard for high performance waterproofing concrete

T/CECS XXX—2022

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202×年×月×日

XXX 出版社

20×× 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023 年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2023]50 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、原材料、配合比、性能、施工、质量验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会防水防护与修复专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号主楼 C 座 18 层，邮编：100013，邮箱：concretesea@126.com）。

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

参编单位：XXXX 有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基 本 规 定	(3)
4 原 材 料	(4)
5 配 合 比	(7)
6 性 能	(9)
6.1 拌合物性能	(9)
6.2 力学性能	(9)
6.3 抗渗防水性能	(9)
6.4 抗裂性能	(9)
6.5 耐久性能	(11)
7 施 工	(12)
7.1 一般规定	(12)
7.2 高性能防水混凝土	(12)
8 质量验收	(16)
8.1 一般规定	(16)
8.2 高性能防水混凝土	(16)
8.3 工程验收	(17)
用词说明	(18)
引用标准名录	(19)
条 文 说 明	(22)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Materials	(4)
5	Mix proportion	(7)
6	Performance	(9)
6.1	Properties of the mix	(9)
6.2	Mechanical property	(9)
6.3	Anti-seepage and waterproof performance	(9)
6.3	Crack resistance performance	(9)
6.5	Durability	(11)
7	Construction	(12)
7.1	General requirements	(12)
7.2	High performance waterproofing concrete	(12)
8	Quality acceptance	(16)
8.1	General requirements	(16)
8.2	High performance waterproofing concrete	(16)
8.3	Project acceptance	(17)
	Explanation of wording in this specification	(18)
	List of quoted standards	(19)
	Addition:Explanation of provisions	(22)

1 总 则

1.0.1 为规范高性能防水混凝土的应用，提高混凝土结构自防水能力，做到技术先进、经济合理、安全环保、适用耐久、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于防水工程用高性能防水混凝土的设计、施工和质量验收。

1.0.3 高性能防水混凝土的应用除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 高性能防水混凝土 high performance waterproofing concrete

以阻止水的渗漏和提高防水工作年限为目标，选用优质常规原材料，合理掺加抗裂、防水剂和矿物掺合料等材料，采用较低水胶比并经合理配合比设计，通过精细化的施工管控措施，制成的具有良好拌合物性能、力学性能、抗渗性能、抗裂性能和耐久性能的混凝土。

2.0.2 抗裂、防水剂 anti-cracking waterproof agents

指掺入混凝土中，可提高混凝土的密实性、抗裂性、自修复性、降低混凝土吸水性中的一种或多种性能，从而阻止水渗透的外加剂。

3 基本规定

3.0.1 高性能防水混凝土设计方案应根据结构形式、材料选择、防水设计工作年限及结构耐久性、施工作业条件和施工工艺等确定。

3.0.2 高性能防水混凝土应在结构设计、混凝土原材料选用、配合比设计、施工、养护等环节采取减少开裂的技术措施。

3.0.3 高性能防水混凝土除应满足抗压、抗渗和抗裂要求外，尚应满足工程所处环境和工作条件的耐久性要求。

3.0.4 高性能防水混凝土内掺的抗裂、防水剂可作为一道防水设防措施。

3.0.5 高性能防水混凝土采用的新材料、新技术、新工艺应经过试验、检测，当相关责任主体提出需要论证时，应进行专项评审论证。

3.0.6 高性能防水混凝土宜采用预拌混凝土，其质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

3.0.7 受腐蚀性介质作用的工业建（构）筑物中的高性能防水混凝土技术要求还应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的有关规定。

4 原 材 料

4.0.1 用于高性能防水混凝土的水泥应符合下列规定：

1 水泥品种宜采用符合《通用硅酸盐水泥》GB 175 的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，采用其他品种水泥时应通过试验确定，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥比表面积不宜大于 $360\text{m}^2/\text{kg}$ ；

2 大体积高性能防水混凝土宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥，也可使用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥同时复合使用大掺量的矿物掺合料，不应使用带 R 标识的早强水泥，中、低热硅酸盐水泥应符合《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200 的有关规定，低热矿渣硅酸盐水泥应符合《低热矿渣硅酸盐水泥》GB/T 42531 的有关规定；

3 核电工程用水泥宜符合《核电工程用硅酸盐水泥》GB/T 31545 的有关规定；

4 不得将不同品种或强度等级的水泥混合使用。

4.0.2 用于高性能防水混凝土的矿物掺合料应符合下列规定：

1 粉煤灰应选用 F 类粉煤灰，并应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的有关规定，粉煤灰的级别不应低于Ⅱ级，烧失量不应大于 5%；

2 粒化高炉矿渣粉应符合《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定，用于大体积混凝土时，比表面积不宜大于 $450\text{m}^2/\text{kg}$ ；

3 复合掺合料应符合《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 的规定。

4.0.3 粗、细骨料应选用级配和粒形良好的骨料，性能应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，宜选用性能符合《高性能混凝土用骨料》JG/T 568 规定的骨料，粗骨料最大粒径不应超过构件截面最小尺寸的 $1/4$ ，且不应超过钢筋最小净间距的 $3/4$ ；大体积混凝土骨料粒径不宜小于 31.5mm 。细石防水混凝土骨料最大粒径不应大于 16mm ，吸水率不应大于 1.5%。不得使用未经净化处理的海砂。

4.0.4 高性能防水混凝土可根据工程抗裂需要掺入合成纤维或钢纤维，纤维应具有良好

的分散性，掺入纤维后的混凝土拌合物性能应满足施工要求，纤维的品种及掺量应通过试验确定，并应符合《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《混凝土用钢纤维》GB/T 39147 和《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的规定。

4.0.5 高性能防水混凝土应根据工程需要选用抗裂、防水功能的外加剂，其品种和用量应在综合考虑材料性能、结构特点、气温、运输距离、施工工艺和工程应用环境等因素经试验确定，并应符合下列规定：

- 1 混凝土防水剂应符合现行行业标准《砂浆、混凝土防水剂》JC/T 474的有关规定；
- 2 硫铝酸钙类、氧化钙类、硫铝酸钙-氧化钙类混凝土膨胀剂应符合现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439的有关规定；
- 3 氧化镁膨胀剂应符合现行协会标准《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》T/CECS 540的有关规定，温控型镁质抗裂剂应符合表4.0.5-1的规定；
- 4 钙镁复合膨胀剂应符合现行协会标准《混凝土用钙镁复合膨胀剂》T/CECS 10082的有关规定，温控型钙镁复合抗裂剂应符合表4.0.5-2的规定；

表 4.0.5-1 温控型镁质抗裂剂性能指标

项目		指标	试验方法
氯离子（%）		≤0.06	按 GB/T 176 进行
MgO 含量（%）		≥80.0	
碱含量（%）		≤0.75	
细度（0.08 mm 筛余）（%）		≤5.0	按 GB/T 1345 进行
胶砂限制膨胀率 （20℃水养）（%）	7 d	≥0.015	按 GB/T 23439 进行，水中养护温度按相应检测项目确定。
	△ （28d-7d） ^a	≥0.015	
胶砂限制膨胀率 （40℃水养）（%）	7 d	≥0.030	
	△ （28d-7d） ^a	≥0.030	
水化热降低率（%）	24 h	≥30.0	按 JC/T 2608 进行，温控型镁质抗裂剂内掺 6%。
	7 d	≤15.0	
胶砂抗压强度（MPa）	7 d	≥22.5	按 GB/T 17671 进行，其中水泥采用基准水泥，温控型镁质抗裂剂内掺 6%。
	28 d	≥42.5	
^a △（28d-7d）为胶砂试件在 20℃或 40℃水中养护 28d 的限制膨胀率与养护 7d 的限制膨胀率的差值。			

表 4.0.5-2 温控型钙镁复合抗裂剂性能指标

项目		性能指标		试验方法
		I	II	
MgO 含量（%）		≥30， ≤50		按 GB/T 176 进行
碱含量（%）		≤0.60		
细度	比表面积/(m²/kg)	≥250		按 GB/T 8074 进行
	1.18 mm 方孔筛筛余 /%	≤0.5		按 GB/T 1345 进行
含水率/%		≤1.0		按 GB/T 8077 进行
水化热降 低率/%	24 h	≥30		按 JC/T 2608 进行， 温控型钙镁复合膨胀抗 裂剂内掺 6%。
	7 d	≤15		
限制膨胀 率/%	20 °C水中 7 d	≥0.035	≥0.050	按 GB/T 23439 进 行，水中养护温度按相应 检测项目确定。
	20 °C空气中 21d	≥-0.010	≥0.000	
	60 °C 水中 28 d 与 3 d 之差	≥0.015， ≤0.060		
抗压强度 /MPa	7 d	≥22.5		按 GB/T 17671 进 行，其中水泥采用基准水 泥，温控型钙镁复合膨胀 抗裂剂内掺 6%
	28 d	≥42.5		

5 抗裂硅质防水剂应符合现行协会标准《抗裂硅质防水剂》T/CECS 10226的有关规定；

6 水泥基渗透结晶型防水剂应符合现行国家标准《水泥基渗透结晶型防水材料》GB 18445的有关规定；

7 抑温抗裂防水剂、无机纳米抗裂减渗剂应符合现行行业标准《地下工程混凝土结构自防水技术规范》JC/T 60014的有关规定；

8 防裂抗渗复合材料应符合现行协会标准《用于混凝土中的防裂抗渗复合材料》T/CECS 10001的有关规定；

9 混凝土减缩剂应符合现行行业标准《砂浆、混凝土减缩剂》JC/T 2361的有关规定；

10 混凝土水化温升抑制剂应符合现行行业标准《混凝土水化温升抑制剂》JC/T 2608的有关规定；

4.0.6 高性能防水混凝土拌合用水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5 配合比

5.0.1 高性能防水混凝土的配合比设计在满足混凝土强度的基本前提下,应采用提高防渗抗裂和耐久性的配制技术路线,并应满足相应的抗渗、抗裂和耐久性要求。

5.0.2 高性能防水混凝土的施工配合比应通过试验确定,试验原材料应采用实际工程用的原材料。试配混凝土的抗渗压力值应比设计值要求提高 0.2MPa,并应符合《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定,混凝土的抗渗等级和抗裂性能应符合设计要求。

5.0.3 高性能防水混凝土的胶凝材料用量应根据混凝土的强度等级等选用,其总用量不宜小于 320kg/m³,振动成型时胶凝材料的最大用量不宜超过表 5.0.3 的规定,自密实成型时由试验确定。

表 5.0.3 振动成型时混凝土中胶凝材料最大用量限值

混凝土强度等级	胶凝材料最大用量限值 (kg/m ³)
C30	380
C35	400
C40~C45	450
C50	480
C55~C60	500

5.0.4 高性能防水混凝土的水胶比不宜大于 0.45,不应大于 0.50。

5.0.5 高性能防水混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表 5.0.5 的规定。

表 5.0.5 高性能混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量 (%, 水泥用量的质量百分比)	
	钢筋混凝土	预应力混凝土
干燥环境	0.30	0.06
潮湿但不含氯离子的环境	0.20	
潮湿且含有氯离子的环境、盐渍土环境	0.10	

除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06	
注：当掺合料采用粉煤灰、矿渣粉或硅灰时，其掺量可折算为水泥用量。		

5.0.6 使用具有潜在碱活性骨料时，高性能防水混凝土中各类材料的总碱量（ Na_2O 当量）不得大于 3kg/m^3 ，并宜采取相应的抑制碱骨料反应措施。

5.0.7 大体积混凝土或高温季节施工的高性能防水混凝土应采取降低混凝土水化热的配制技术措施，大体积混凝土配合比设计还应符合《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的相关规定。

5.0.8 补偿收缩混凝土配合比设计应符合《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的相关规定。

6 性能

6.1 拌合物性能

6.1.1 高性能防水混凝土应具有良好的和易性，不得离析，坍落度、扩展度、坍落度经时损失和凝结时间应满足施工要求。

6.1.2 高性能防水混凝土在满足施工工艺要求的前提下，宜采用较小的坍落度，并应满足施工要求，坍落度经时损失不宜大于 30mm/h。

6.1.3 高性能防水混凝土的泌水率不应大于 3.0%。

6.1.4 高性能防水混凝土的含气量不宜大于 4.0%。

6.2 力学性能

6.2.1 高性能防水混凝土抗压强度等级不应低于C30；对于受中等及以上腐蚀性介质作用的地下工程，高性能防水混凝土强度等级不应低于C35。

6.2.2 最低强度等级应根据工程结构构件所处的环境类别、作用等级及结构设计工作年限等条件满足GB/T 50476的有关规定，并应满足结构承载能力的要求。

6.3 抗渗防水性能

6.3.1 高性能防水混凝土抗渗等级不应低于 P12。

6.3.2 高性能防水混凝土抗渗等级也可采用代用值进行设计和评定。当采用抗渗等级代用值设计和评定时，代用值不应低于 HP26，抗渗等级代用值试验应按现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定进行，当抗渗试件在 2.6MPa 水压下恒压 24h 后，1 组 6 个抗渗试件中有 4 个试件表面未出现渗水时，抗渗等级代用值应判定为不小于 HP26。

6.3.3 掺加自修复材料的高性能防水混凝土裂缝自修复能力不应小于 50%。

6.4 抗裂性能

6.4.1 高性能防水混凝土60d龄期收缩率不宜大于 380×10^{-6} , 收缩率试验方法应按现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082规定的接触法进行。

6.4.2 当掺加具有抗裂功能的外加剂时,应根据相应的抗裂机理选择适宜的性能指标和测试方法进行抗裂性能评价, 并应符合下列规定:

1 高性能防水混凝土采用补偿收缩混凝土时, 补偿收缩混凝土应采用限制膨胀率进行抗裂性能评价, 掺加硫铝酸钙类、氧化钙类、硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂时, 混凝土限制膨胀率及试验方法应符合现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T 178 的有关规定; 掺加氧化镁膨胀剂或以氧化镁为主的膨胀剂时, 混凝土限制膨胀率及试验方法应符合现行协会标准《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》T/CECS 540 的有关规定。

2 当最小截面尺寸大于800mm或预计因水化温升导致容易开裂的防水混凝土构件采用补偿收缩混凝土时, 高性能防水混凝土可掺加同时具有水化热调节和混凝土补偿收缩功能的温控型镁质抗裂剂或温控型钙镁复合抗裂剂, 应采用胶凝材料水化热和混凝土限制膨胀率进行抗裂性能评价; 混凝土限制膨胀率试验时, 用于养护混凝土试件的恒温水槽的温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 其他应按现行国家标准《混凝土膨胀剂》GB/T 23439进行。

3 掺加大掺量矿物掺合料、或采用中、低热水泥、或掺加抑温类外加剂的大体积高性能防水混凝土宜选用绝热温升或胶凝材料水化热进行抗温度裂缝性能评价, 混凝土7d绝热温升值不宜大于 50°C ; 胶凝材料的3d水化热和7d水化热分别不宜大于230kJ/kg和260kJ/kg; 绝热温升试验应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080进行, 水化热试验方法应按现行国家标准《水泥水化热测定方法》GB/T 12959执行。

4 掺加纤维类材料的高性能防水混凝土宜采用早期抗裂试验方法进行抗裂性能评价, 早期抗裂性能不应低于现行国家标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193中的L-IV级 ($100\text{mm}^2/\text{m}^2 \leq c < 400\text{mm}^2/\text{m}^2$); 掺加钢纤维的高性能防水混凝土可通过弯曲韧性指数进行混凝土的抗裂性能评价, 弯曲韧性指数 I_5 不宜小于4.0。早期抗裂试验方法应按现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082进行, 弯曲韧性指数应按现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221进行。

6.5 耐久性能

6.5.1 高性能防水混凝土的耐久性能应根据结构构件所处的环境类别、环境作用等级及结构设计使用年限确定，并满足相应的要求，环境类别和作用等级的划分应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定。

6.5.2 一般环境中高性能防水混凝土的耐久性能应符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 一般环境中高性能防水混凝土耐久性能

环境作用等级	50 年		100 年	
	I-C		I-B	I-C
28d 碳化深度 (mm)	≤15		≤10	≤5

6.4.3 冻融环境中高性能防水混凝土耐久性能应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 冻融环境中高性能防水混凝土耐久性能

环境作用等级	50 年			100 年		
	II-C	II-D	II-E	II-C	II-D	II-E
抗冻等级	≥F250	≥F300	≥F350	≥F300	≥F350	≥F400

6.4.4 氯化物环境中高性能防水混凝土耐久性能应符合表 6.4.4 的规定。

表 6.4.4 氯化物环境中高性能防水混凝土耐久性

环境作用等级	50 年				100 年			
	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F	III-C IV-C	III-D IV-D	III-E IV-E	III-F
84d 氯离子迁移系数 ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	<3.0	<2.5	<2.0	<1.5	<2.5	<2.0	<1.5	<1.2
56d 电通量 ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	≤1800	≤1500	≤1000	≤800	≤1500	≤1000	≤800	≤500
注：1 其中 84d 氯离子迁移系数和 56d 电通量要求应至少满足一项； 2 当测试时的试件养护龄期低于表中龄期也可达到指标值时，可判定为满足指标要求。								

6.4.5 化学腐蚀环境中高性能防水混凝土耐久性能应符合表 6.4.5 的规定。

表 6.4.5 化学腐蚀环境中高性能防水混凝土耐久性

环境作用等级	50 年			100 年		
	V-C	V-D	V-E	V-C	V-D	V-E
84d 氯离子迁移系数 $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	≤4.0	≤2.5	≤2.0	≤3.5	≤2.0	<1.5
56d 电通量 ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	≤2000	≤1500	≤1000	≤1500	≤1000	≤800
对于硫酸盐环境，抗硫酸盐等级	≥KS120	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150	≥KS150
注：其中 84d 氯离子迁移系数和 56 电通量要求应至少满足一项。						

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 防水混凝土结构工程在浇筑预留孔洞、预埋管、预埋件及止水带周边混凝土时，振捣时应避免破坏、松动预埋件，并确保振捣密实，必要时辅以人工插捣。

7.1.2 防水混凝土结构应确保钢筋保护层厚度满足设计要求，绑扎铁丝端头不得进入保护层。

7.1.3 明挖法地下工程防水施工中的降水应符合下列规定：

1 在浇筑底板混凝土前及地下防水工程施工期间，地下水位应低于垫层底部标高500mm；

2 工程底板范围内的降水井，在降水结束后应封堵牢固、密实。

7.1.4 混凝土结构自防水屋面板应进行淋水或蓄水试验，试验应在混凝土达到设计强度80%后进行，在防水层施工前，应对渗漏水或其他混凝土缺陷进行修复，试验合格后方可进行下一道工序施工。

7.1.5 蓄水类工程的混凝土底板和顶板，应连续浇筑且不应留设施工缝。

7.1.6 蓄水类工程的混凝土壁板，应分层交圈和连续浇筑，不应留设垂直施工缝。

7.1.7 超长混凝土结构的施工应符合现行行业标准《超长混凝土结构无缝施工标准》JGJ/T 492 的有关规定。

7.1.8 高性能防水混凝土施工完毕，应对影响防水功能的缺陷进行全面检查和修复，修复应符合现行协会标准《刚性防水工程技术规程》T/CECS 1004 的有关规定。

7.2 高性能防水混凝土

7.2.1 高性能防水混凝土不得在有积水的环境中浇筑。

7.2.2 高性能防水混凝土施工不应在雨雪天作业；施工过程下雨时，应采取遮挡措施并适时中止施工。

7.2.3 高性能防水混凝土原材料应按配合比准确称量,其原材料的质量允许偏差应符合表 7.2.3 的规定。

表 7.2.3 防水混凝土原材料质量允许偏差 (%)

混凝土组成材料	每盘计量
水泥、掺合料、膨胀剂	±2
粗、细骨料	±3
水、外加剂	±1

7.2.4 高性能防水混凝土应搅拌均匀,宜采用强制式搅拌机搅拌,对于防水、抗裂外加剂,应配备相应的计量和投料设备。

7.2.5 高性能防水混凝土拌合物在运输和浇筑过程中严禁加水。

7.2.6 高性能防水混凝土拌合物当出现坍落度损失不能满足施工要求时,可采用在混凝土拌合物中掺入适量同样减水剂并快档旋转搅拌罐的措施,减水剂掺量应有经试验确定的预案,并作出记录。

7.2.7 用于高性能防水混凝土的模板应拼缝严密、支撑牢固。

7.2.8 高性能防水混凝土结构钢筋保护层厚度控制宜采用预制钢筋间隔件,其技术指标应符合现行行业标准《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T 219 的规定。

7.2.9 浇筑混凝土前,应清除模板内或垫层上的杂物。表面干燥的地基、垫层、模板上应洒水湿润;现场环境温度高于 35℃时,宜对金属模板进行洒水降温;洒水后不得留有积水。

7.2.10 炎热季节施工时,应采用有效措施降低原材料温度,并应减少混凝土运输时吸收外界热量。控制入模温度不宜高于 30℃。

7.2.10 砂、石骨料可以搭设遮阳棚来降低原材料温度;刚出厂的水泥应放置一定时间,待其温度降低至 60℃以下;另外还可以通过加冰控制混凝土入模温度。

7.2.11 混凝土浇筑期间,混凝土与钢模、邻接的已硬化混凝土或岩土介质间的温差不得大于 15℃。

7.2.12 高性能防水混凝土采用机械振捣时，不得漏振、欠振和过振。

7.2.13 高性能防水混凝土应分层连续浇筑，分层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 和《大体积混凝土施工规范》GB50496 的规定。

7.2.14 在高性能防水混凝土终凝前，应对混凝土裸露表面进行二次抹面处理。

7.2.15 高性能防水混凝土终凝后应及时进行养护，应对混凝土外露面采取包裹、覆盖、喷淋洒水等保温保湿养护措施，混凝土最短养护时间应满足表 7.1.15 的规定。混凝土养护应包括适当的带模养护时间，当大气相对湿度小于 50%，有风，或阳光直射时，带模养护时间不宜小于 3d；大风、大日较差环境带模养护时间宜适当延长，不宜小于 7d。

表 7.2.15 高性能防水混凝土最短养护时间

日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	大气潮湿 ($\text{RH} \geq 50\%$) 无风、 无阳光直射	大气干燥 ($20\% \leq \text{RH} < 50\%$) 有风、 或阳光直射	大气干燥 ($\text{RH} < 20\%$) 大风、 日较差大
$5 \leq T < 10$	21d	28d	56d
$10 \leq T < 20$	14d	21d	45d
$T \geq 20$	10d	14d	35d

7.2.16 高性能防水混凝土养护期间，混凝土芯部与表面温度差值不应大于 20°C ，混凝土表面与环境之间的温差不应大于 20°C ；混凝土芯部开始降温之前不得进行拆模作业；混凝土表面温度与养护水的温差不得大于 15°C 。

7.2.17 现浇高性能防水混凝土的冬期施工，除应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1** 混凝土入模温度不应低于 5°C ；
- 2** 混凝土养护应采用综合蓄热法、暖棚法、掺化学外加剂等方法，不得采用电热法或蒸汽直接加热法；
- 3** 混凝土强度达到混凝土设计强度等级值的 50% 时，方可撤除养护措施。

7.2.18 大体积混凝土施工应符合现行国家标准《大体积混凝土施工标准》GB 50496 的有关规定。

7.2.19 补偿收缩混凝土的施工应按现行行业标准《补偿收缩混凝土应用技术规程》JGJ/T

178 有关规定执行。

7.2.20 纤维混凝土的施工应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的规定。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 防水工程验收时，应提交下列归档资料：

- 1 防水工程的设计文件、图纸会审记录、设计变更书等；
- 2 抗裂、防水功能添加剂产品合格证、质量检验报告和现场抽样复检报告；
- 3 防水施工方案及技术、安全交底；
- 4 防水施工质量控制、检验记录；
- 5 隐蔽工程验收记录；
- 6 其他相关质量记录或文件。

8.1.2 抗裂、防水剂的品种、规格、性能等应符合本规程的规定和设计要求；材料进入施工现场后，应见证抽样，并提出检测报告，不合格的材料，不得在防水工程中使用。

8.1.3 抗裂、防水剂检验数量、批次应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119或相应材料应用技术标准的规定。

8.2 高性能防水混凝土

I 主控项目

8.2.1 高性能防水混凝土的原材料、配合比及坍落度应符合设计和施工要求。

检验方法：检查产品合格证、混凝土配合比及性能检测报告、计量措施和材料进场检验报告。

8.2.2 高性能防水混凝土的抗压强度、抗渗性能和抗裂性能应符合设计要求，当抗渗等级设计为基准值，可采用相应的代用值检验方法进行评定。

检验方法：检查混凝土抗压强度、抗渗性能和抗裂性能检验报告。

8.2.3 高性能防水混凝土结构的变形缝、施工缝、后浇带、穿墙（套）管、埋设件等设

置和构造必须符合设计要求。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

8.2.4 高性能防水混凝土结构表面应坚实、平整，不得有露筋、蜂窝、酥松、夹渣等缺陷；埋设件位置应准确。

检验方法：观察检查。

8.2.5 高性能防水混凝土结构表面的裂缝宽度应符合设计要求，且不得贯通。

检验方法：用刻度放大镜检查宽度，通过对裂缝的正面与对应的背面观察确认是否贯通。

8.2.6 高性能防水混凝土结构厚度不应小于设计要求，其允许偏差应为+8mm、-5mm；主体结构迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm，其允许偏差为±5mm。

检验方法：尺量检查和检查隐蔽工程验收记录。

8.3 工程验收

8.3.1 质量验收应按《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《地下防水工程质量验收规范》GB 50208、《刚性防水工程技术规程》T/CECS 1004 等标准的规定执行。

8.3.2 防水工程隐蔽验收记录应包括下列内容：

- 1 防水层的基层；
- 2 密封防水处理部位；
- 3 门窗洞口、穿墙管、预埋件及收头等细部做法并应附图说明。

8.3.4 防水工程验收后，应按规定存档。

8.3.5 防水工程施工完成后，应及时做好成品保护。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《屋面工程质量验收规范》GB 50207

《地下防水工程质量验收规范》GB 50208

《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476

《大体积混凝土施工标准》GB 50496

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《水泥化学分析方法》GB/T 176

《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥》GB/T 200

《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《水泥比表面积测定方法 勃氏法》GB/T 8074

《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

《水泥水化热测定方法》GB/T 12959

《预拌混凝土》GB/T 14902

《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《水泥基渗透结晶型防水材料》 GB 18445

《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》 GB/T 21120

《混凝土膨胀剂》 GB/T 23439

《核电工程用硅酸盐水泥》 GB/T 31545

《混凝土用钢纤维》 GB/T 39147

《高性能混凝土技术条件》 GB/T 41054

《低热矿渣硅酸盐水泥》 GB/T 42531

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52

《普通混凝土配合比设计规程》 JGJ 55

《混凝土用水标准》 JGJ 63

《建筑工程冬期施工规程》 JGJ/T 104

《补偿收缩混凝土应用技术规程》 JGJ/T 178

《混凝土耐久性检验评定标准》 JGJ/T 193

《地下工程渗漏治理技术规程》 JGJ/T 212

《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》 JGJ/T 219

《纤维混凝土应用技术规程》 JGJ/T 221

《建筑外墙防水工程技术规程》 JGJ/T 235

《超长混凝土结构无缝施工标准》 JGJ/T 492

《砂浆、混凝土防水剂》 JC/T 474

《混凝土水化温升抑制剂》 JC/T 2608

《地下工程混凝土结构自防水技术规范》 JC/T 60014

《钢纤维混凝土》 JG/T 472

《混凝土用复合掺合料》 JG/T 486

《高性能混凝土用骨料》 JG/T 568

《混凝土用氧化镁膨胀剂应用技术规程》 T/CECS 540

《无机水性渗透结晶型材料应用技术规程》 T/CECS 848

《用于混凝土中的防裂抗渗复合材料》 T/CECS 10001

《混凝土用钙镁复合膨胀剂》 T/CECS 10082

《抗裂硅质防水剂》 T/CECS 10226

中国工程建设标准化协会标准

高性能防水混凝土应用技术规程

T/CECS XXX-202X

条 文 说 明

制定说明

本规程制定过程中，编制组进行了深入的调查研究，总结了我国高性能防水混凝土在防水工程应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过高性能防水混凝土、抗裂防水剂的试验研究，取得了相应的研究成果。

本规程编制过程中，遵循提高建筑防水寿命，节约工期，节材环保，满足防水使用年限与结构寿命等同的要求的编制原则。本规程重点突出了高性能防水混凝土的抗渗防水性能、抗裂性能、耐久性能的系统规定。

为便于广大设计、施工、科研等有关单位人员在使用本规程时能正确理解及执行条文规定，《高性能防水混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条顺序，编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(25)
2	术 语	(26)
3	基 本 规 定	(27)
4	原 材 料	(28)
5	配 合 比	(29)
6	性 能	(30)
6.1	拌合物性能	(30)
6.2	力学性能	(30)
6.3	抗渗防水性能	(31)
6.4	抗裂性能	(31)
6.5	耐久性能	(32)
7	施 工	(33)
7.2	高性能防水混凝土	(33)

1 总 则

1.0.1 混凝土结构自防水是混凝土结构工程的防水之本,引导和规范高性能防水混凝土的应用,旨在提高混凝土结构自防水能力。

1.0.2 高性能防水混凝土主要应用于混凝土结构自防水工程,采用混凝土结构自防水工程主要包括地下防水工程、蓄水类工程等。

2 术语

2.0.1 高性能防水混凝土最本质的特征是应具有良好的抗渗性和抗裂性,除了要采用优质常规原材料,合理掺加抗裂、防水外加剂和矿物掺合料外,还应采用较低水胶比并优化配合比,通过严格的施工措施,以达到降低混凝土内部的孔隙率或改变孔隙形态、分布特征,减少混凝土收缩,或提高混凝土抗拉强度等目标,从而制成的具有良好抗渗性能和抗裂性能的混凝土。防水混凝土对抗裂、防水剂的选用和掺量等应该科学合理,这些外加剂应该能够提高或增加混凝土的抗裂性、密实性、憎水性、自修复性中的一种或多种性能,从而阻止水的渗透(漏)和侵蚀。

3 基本规定

3.0.3 该条虽然在《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 中进行了明确规定，但是抗裂和耐久性要求没有进行具体规定，本规程进行较为系统的规定，有利于防水通规的实施，第 6.4 节对抗裂性能进行了规定，第 6.5 节对耐久性能进行了规定。

3.0.4 抗裂、防水剂指掺入混凝土中，可提高混凝土的密实性、抗裂性、自修复性、降低混凝土吸水性中的一种或多种性能，从而阻止水渗透的外加剂。由于其提高了混凝土的防水性能，进而提高了工程防水能力，因此可作为一道防水设防措施。

3.0.6 与现场拌制相比，工厂预拌混凝土质量更容易得到保障，故防水混凝土建议采用预拌混凝土。

4 原 材 料

4.0.1 关于水泥细度问题，本规程参照现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385-2015 的指标参数，规定硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的比表面积不宜大于 $360\text{m}^2/\text{kg}$ 。目前工程中遇到的问题是水泥普遍偏细，以 P·O 42.5 水泥为例，比表面积约为 $380\text{m}^2/\text{kg} \sim 430\text{m}^2/\text{kg}$ ，水泥的放热速率快，后期强度增长率小，导致混凝土收缩开裂现象普遍，后期强度不增长，甚至倒缩，这种过细的水泥不适宜配制防水混凝土。国内外研究表明，水泥中含有适量的中粗颗粒，不仅放热慢、收缩小，而且开裂后再遇到水，可以进一步水化，有利于裂缝自愈合，对混凝土工程的裂缝控制具有重要作用。

国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175-2007 中没有水泥细度上限的规定，为解决水泥过细问题，国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175-2023 中，对于硅酸盐水泥规定的细度是比表面积不应小于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ ，不应大于 $400\text{m}^2/\text{kg}$ ，普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥的细度以 $45\mu\text{m}$ 方孔筛筛余表示，应不低于 5%。

4.0.3 砂、石骨料体积一般占混凝土体积的 75%左右，是配制混凝土的最重要原材料之一，尤其目前混凝土多采用泵送施工，砂、石骨料的性能对混凝土性能至关重要，性能良好的骨料是保证混凝土高性能化的重要基础条件，对防水混凝土的匀质性和抗裂性具有重要决定作用，本规程要求粗、细骨料的选用应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定，在工程中有条件时，推荐选用符合现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T 568 中的特级或 I 级骨料，现行行业标准《高性能混凝土用骨料》JG/T 568-2019 对骨料的粒形和级配等关键技术指标进行更好的规定。

5 配合比

5.0.3 防水混凝土最小胶凝材料用量的规定参照了新修订的国家标准《地下工程防水技术标准》GB 50108 的规定。

由于胶凝材料过大，容易增加混凝土的开裂风险，还会造成混凝土的泛浆分层，对混凝土防水不利，且会增加混凝土的成本，因此，在防水混凝土配合比设计中，应当遵循的原则是：在满足混凝土工作性能和力学性能要求的前提下，应尽可能降低混凝土中单方胶凝材料的用量。因此，本规程参照现行行业标准《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的有关规定，按强度等级和成型方式规定了混凝土中胶凝材料最大用量。本条表中部分数值宽于铁标，其中 C30 混凝土铁标中为 $360\text{kg}/\text{m}^3$ ，C50 混凝土铁标中为 $480\text{kg}/\text{m}^3$ ，C55~C60 铁标中为 $500\text{kg}/\text{m}^3$ ，有条件的情况下，推荐按铁标控制。

5.0.4 混凝土的水胶比与混凝土的抗渗性能密切相关，是确保防水混凝土抗渗性能的关键技术指标，水胶比越低，抗渗性能越高，根据现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108-2008 的规定：水胶比不得大于 0.50，有侵蚀性介质时水胶比不宜大于 0.45。根据现行行业标准《高性能混凝土评价标准》JGJ/T 385 的规定，将水胶比不大于 0.45 作为高性能混凝土评价的主要指标之一，一般情况，0.45 的水胶比与 C35 混凝土也具有较好的匹配性，因此，本规程将不大于 0.45 作为推荐性指标，0.50 作为限值指标。

6 性能

6.1 拌合物性能

6.1.2 混凝土的坍落度较大时，混凝土的干缩性一般较大，对混凝土的体积稳定性不利，混凝土容易开裂，混凝土坍落度较小时，不易泵送施工，因此，混凝土的坍落度宜根据结构的情况和施工工艺要求确定，在满足施工工艺要求的前提下，宜尽可能采用较小的坍落度；中等强度等级泵送高性能防水混凝土拌合物坍落度设计值不宜大于 180mm。

混凝土坍落度经时损失是高性能防水混凝土拌合物性能的重要方面，在现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164-2011 中规定了标准的试验方法，该标准中规定以测定经过 1h 的坍落度损失为标准做法。如果工程需要，也可参照此方法测定经过不同时间的坍落度损失。

6.1.4 高性能防水混凝土的含气量过大，对抗渗性会有一定影响，对抗冻性能要求高的混凝土，一般会掺入相应的引气剂，相关试验研究表明，一般适量引气即可满足相应的抗冻性能要求。

6.2 力学性能

6.2.1 本规程提出了防水混凝土最小强度等级要求，即对于防水工程，混凝土强度并非单一由荷载作用控制，同时还应由防水要求决定。混凝土的强度与材料本身的密实性密切相关，一般情况下，强度越高，密实性和抗渗性能越高；适当提高混凝土强度，在技术上非常容易实现，对混凝土材料成本影响较小，对混凝土的粘聚性、防水性能和耐久性能均有提高，而且强度便于试验检测；根据住房城乡建设部、工业和信息化部《关于推广应用高性能混凝土的若干意见》（建标[2014]117 号）要求，明确提出提高 C35 及以上强度等级的混凝土用量作为提升高性能混凝土应用水平的主要目标之一，因此本规程提出防水混凝土的最小强度等级要求，并规定最小强度等级为 C30；一般情况下，推荐不低于 C35 为

宜。

6.3 抗渗防水性能

6.3.2 本规程给出了抗渗等级的代用值，主要是为了节约检测时间和检测设备。目前传统的抗渗等级试验主要采用逐级加压法，每隔 8h 增加 0.1MPa 水压，试验耗时较长，当试验量较大时，需要配置较多数量的试验设备，行业内人员一直呼吁希望能够采用更加简便的设计评价指标。因此，本规程中增加了抗渗等级的代用值指标，基准值和代用值的换算关系主要基于压力值与恒压时间乘积的累计值相等原则，即 $\sum TH$ 值相等，其中， T 代表恒压时间， H 代表压力值。以 P8 为例，抗渗等级基准值 P8 的 $\sum TH$ 值为 $8 \times 0.1 + 8 \times 0.2 + 8 \times 0.3 + 8 \times 0.4 + 8 \times 0.5 + 8 \times 0.6 + 8 \times 0.7 + 8 \times 0.8 = 28.8 (\text{h} \cdot \text{MPa})$ ，抗渗等级代用值 HP12 的 $\sum TH$ 值为 $1.2 \times 24 = 28.8 (\text{h} \cdot \text{MPa})$ ；以此类推，抗渗等级基准值和代用值的 $\sum TH$ 值及试验时间对比见表 2。该原则的理论依据为目前公路、电力、水工等行业标准中对相对渗透系数的计算公式均为 $s_k = \frac{mD_m^2}{2TH}$ ，在平均渗水高度相等的情况下，相对渗透系数主要取决于恒压时间与压力值的乘积。

表 2 抗渗等级基准值和代用值对应关系及参数

抗渗等级基准值			抗渗等级代用值		
基准值	$\sum TH$ (h·MPa)	试验时间 (h)	代用值	$\sum TH$ (h·MPa)	试验时间 (h)
P8	28.8	64	HP12	28.8	24
P10	44.0	80	HP19	45.6	24
P12	62.4	96	HP26	62.4	24
P14	84	112	HP35	84	24

6.4 抗裂性能

6.4.1 有些行业标准中对混凝土收缩率规定56d收缩率不大于 400×10^{-6} ，现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082对混凝土收缩率的测试龄期规定中有60d，本规程按60d进行规定；本规程对于高性能防水混凝土指标结合相关试验数据，相对 400×10^{-6} 规定更为严格一些，指标取为 380×10^{-6} 。

6.4.2 混凝土开裂的因素很多，为解决混凝土开裂问题，目前有很多抗裂外加剂，这些抗裂外加剂的抗裂机理不同，有的是减少混凝土收缩的，有的是补偿混凝土收缩的，有的是降低和延缓混凝土水化温升值的，有的是提高混凝土塑性阶段以及硬化阶段抗拉强度值的，基于不同的抗裂机理，应选择针对性的性能指标和测试方法进行抗裂性能评价，如果选择不对，试验检测结果不但不能有效表征其抗裂性能，有可能试验检测结果与其抗裂性能是相悖的。

6.5 耐久性能

6.5.1 不同的结构设计工作年限，构件处在不同的工程环境 and 环境作用等级下，混凝土的耐久性能要求不同，本节针对不同的结构设计工作年限、工程环境 and 环境作用等级给出了具体的耐久性能要求。

7 施 工

7.2 高性能防水混凝土

7.2.15 根据不同温度、不同湿度、施工环境中的风、阳光直射、温差情况等规定了高性能防水混凝土最短养护时间。