

RISN-TG002-2006

补偿收缩混凝土应用技术导则

Technical guidelines for shrinkage compensating concrete

建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

补偿收缩混凝土应用技术导则

Technical guidelines for shrinkage
compensating concrete

RISN-TG002-2006

建设部标准定额研究所 编

中国建筑工业出版社

2006 北 京

补偿收缩混凝土应用技术导则

Technical guidelines for shrinkage compensating concrete

RISN-TG002-2006

建设部标准定额研究所 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：5 $\frac{1}{2}$ 字数：144 千字

2006 年 10 月第一版 2006 年 10 月第一次印刷

印数：1—5000 册 定价：16.00 元

统一书号：15112·14416

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

本书主要包括三方面内容：补偿收缩混凝土应用技术导则、相关标准规范、补偿收缩混凝土技术及实例。其中技术导则由总则，术语，技术要求，设计原则，原材料选择，配合比，制造和运输，浇筑和养护，施工缝、防水节点和施工缺陷的处理措施，附录 A 和 B 等内容组成。

本书可供工程设计、施工、建材产品研发等相关专业技术人员参考使用。

责任编辑：孙玉珍

责任设计：崔兰萍

责任校对：张景秋 关 健

《补偿收缩混凝土应用技术导则》 编写委员名单

主任委员：赵顺增

副主任委员：雷丽英 游宝坤 李乃珍

编委：林常青 刘立 韩立林 江云安
陈旭峰 董同刚 李光明 鲁统卫
刘加平 刘福全 丁小富 柯穗城
袁兵 邓庆洪

《补偿收缩混凝土应用技术导则》 参编单位

中国硅酸盐学会混凝土与水泥制品分会膨胀与自应力混凝土
专业委员会

中国建筑材料科学研究总院

山东省建筑科学研究院

天津豹鸣股份有限公司

重庆市江北特种建材有限公司

石家庄市功能建材有限公司

江苏博特新材料有限公司

南京特种建筑材料股份有限公司

浙江合力新型建材有限公司

杭州力顿新型建材有限公司

深圳市陆基建材技术有限公司

前 言

工程建设标准是在建设领域实行科学管理、强化政府宏观调控的基础和手段,对规范建设市场各方主体行为、确保建设工程安全 and 质量、促进建设工程技术进步、提高建设工程经济效益与社会效益等具有重要作用。

近年来,随着我国社会主义市场经济体制的建立和不断完善,以及加入世界贸易组织的实际需要,作为工程建设标准化的直接成果,已发布数千项工程建设标准,基本覆盖了工程建设各领域、各环节,规范并指导着建设活动各方的技术行为和管理行为。但同时,由于建设领域科学技术迅速发展、建设经验的不断积累、建设活动的复杂性以及标准制定条件的限制,现行标准还不能及时并全面地为建设活动各方尤其是广大工程技术与管理人员提供指导。

我所作为建设部工程建设标准化研究与组织机构,在长期标准化研究与管理经验的基础上,结合工程建设标准化改革实践,组织国内外相关领域的权威机构和人员,通过严谨的研究与编制程序,为推进建设科技新成果的实际应用,促进工程建设标准的准确实施,引导建设技术发展方向,拓展工程建设标准化外衍成果,将陆续推出各专业领域的系列《技术导则》,以作为指导广大工程技术与管理人员建设实践活动的重要参考。

《补偿收缩混凝土应用技术导则》是该系列《技术导则》之一,编号 RISN - TG002 - 2006,内容包括补偿收缩混凝土应用技术导则、相关标准规范、补偿收缩混凝土技术及实例。

该系列《技术导则》及内容均不能作为使用者规避或免除相关义务与责任的依据。

建设部标准定额研究所

2006 年 8 月

目 次

第一部分 补偿收缩混凝土应用技术导则

1 总则	2
2 术语	4
3 技术要求	9
4 设计原则	11
5 原材料选择	18
6 配合比	20
7 制造和运输	24
8 浇筑和养护	26
9 施工缝、防水节点和施工缺陷的处理措施	29
附录 A 补偿收缩混凝土的收缩应力测试 及评价方法	30
附录 B 限制状态下补偿收缩混凝土抗压 强度检验方法	35

第二部分 相关标准规范

《混凝土膨胀剂》JC 476-2001	38
《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119-2003 ——膨胀剂	48

第三部分 补偿收缩混凝土技术及实例

专题一 补偿收缩混凝土应用技术现状与发展	60
专题二 补偿收缩混凝土的基本性能	72
专题三 补偿收缩混凝土的结构设计	104

专题四	混凝土干燥收缩开裂评价及其试验方法·····	116
专题五	补偿收缩混凝土的应用注意事项·····	129
专题六	补偿收缩混凝土工程应用实例介绍·····	141

第一部分

补偿收缩混凝土应用技术导则

1 总 则

1.0.1 为指导补偿收缩混凝土的工程应用, 减免混凝土收缩裂缝, 提高混凝土结构耐久性, 保证工程质量, 制定本导则。

【1.0.1 解析】 制定本导则的目的, 即提出补偿收缩混凝土的基本原则与要求, 指导补偿收缩混凝土工程的设计与施工, 从而保证补偿收缩混凝土的工程质量。本导则的直接服务对象是设计和施工人员。

1.0.2 本导则主要适用于结构自防水、填充性膨胀混凝土工程、延长建筑物伸缩缝或后浇带间距的连续浇筑的钢筋混凝土工程以及大体积混凝土工程。

【1.0.2 解析】 本导则的适用范围。对于留有后浇带或有抗渗要求的一般钢筋混凝土工程, 使用补偿收缩混凝土, 更利于保证工程质量与提高耐久性。

1.0.3 膨胀源是钙矾石的补偿收缩混凝土不适用于长期处于环境温度大于 80°C 的钢筋混凝土工程。

【1.0.3 解析】 因为钙矾石在 80°C 以上可能分解, 所以从安全性考虑, 规定膨胀源是钙矾石的补偿收缩混凝土使用环境温度不大于 80°C 。膨胀源是氢氧化钙的补偿收缩混凝土不受此规定的限制。

1.0.4 补偿收缩混凝土的应用应符合国家现行有关标准的规定。

【1.0.4 解析】 补偿收缩混凝土源于普通混凝土, 二者在制备工艺、施工工艺、工作性能与强度性能等诸方面基本相同, 又确无必要一一列入本导则。因此, 补偿收缩混凝土在应用过程中, 除

参考本导则外，应符合国家现行有关标准的规定，如《地下工程防水技术规范》GB 50108、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等。本导则的有关内容，将随着建筑技术及新材料开发的进步和工程实践经验的不断积累得到补充和完善。

2 术 语

2.0.1 混凝土膨胀剂

是指与水泥、水拌合后经水化反应生成钙矾石或氢氧化钙等，使混凝土产生体积膨胀的外加剂，简称膨胀剂。

【2.0.1 解析】 本导则所指的膨胀剂，包括水化产物为钙矾石($C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$)的硫铝酸钙类膨胀剂、水化产物为钙矾石和氢氧化钙的硫铝酸钙-氧化钙类膨胀剂、水化产物为氢氧化钙的氧化钙类膨胀剂，不包括其他类别的膨胀剂。氧化镁膨胀剂虽然在大坝混凝土中已经成功使用，但由于技术原因，目前还没有在建筑工程中应用，进行的研究也比较少，所以不包括在本导则中。

2.0.2 限制膨胀率

混凝土的膨胀被钢筋等约束限制时导入钢筋的应变值，用钢筋的单位长度伸长值表示。

【2.0.2 解析】 限制膨胀率是通过配筋率一定的约束器具测定的。膨胀剂的限制膨胀率是膨胀剂产品的质量指标，按《混凝土膨胀剂》JC 476 标准方法测定。补偿收缩混凝土的限制膨胀率是工程设计指标，按《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 规定的方法测定。

2.0.3 自应力

混凝土的膨胀被钢筋等约束体约束时导入混凝土的压应力。

【2.0.3 解析】 补偿收缩混凝土膨胀时，会对其约束体施加拉力，根据作用力与反作用力原理，约束体会对其产生相应的压应力，由于此压应力是利用混凝土自身的化学能（膨胀能）张拉钢

筋或其他约束体产生的，有别于外部施加的机械预应力。所以称为自应力。对于钢筋混凝土而言，在一定范围内，配筋率与自应力值成正比关系；配筋率一定时，限制膨胀率高，自应力值就大。

2.0.4 补偿收缩混凝土

是指掺用膨胀剂的、自应力约为 $0.2 \sim 1.0 \text{MPa}$ 的混凝土。

【2.0.4 解析】 按膨胀能大小可以将膨胀混凝土分为补偿收缩混凝土和自应力混凝土两类。其中补偿收缩混凝土的自应力较小，主要用于补偿混凝土收缩和填充灌注，当用于补偿因混凝土收缩产生的拉应力、提高混凝土的抗裂性能和改善变形性质时，其自应力一般为 $0.2 \sim 0.7 \text{MPa}$ ；当用于后浇带、连续浇筑时预设的膨胀加强带以及接缝工程填充时，自应力为 $0.5 \sim 1.0 \text{MPa}$ ，这时由于自应力很小，所以在结构设计中一般不考虑自应力的影响。自应力混凝土的自应力较大，在结构设计时必须考虑自应力的影响，自应力混凝土主要用于制造自应力压力输水管。

以前是使用膨胀水泥拌制膨胀混凝土，自从膨胀剂问世后，由于其成本低，使用灵活方便，现在基本上都使用膨胀剂拌制膨胀混凝土。鉴于两种工艺拌制的补偿收缩混凝土性质大致相同，因此使用膨胀水泥拌制补偿收缩混凝土时，本导则也具有一定参考性。

2.0.5 单位膨胀剂用量

每立方米混凝土使用的膨胀剂质量。

【2.0.5 解析】 是指制造 1m^3 膨胀混凝土时所使用的膨胀剂的质量。补偿收缩混凝土的限制膨胀率主要由单位膨胀剂用量决定。

2.0.6 单位胶凝材料用量

每立方米混凝土使用的水泥和膨胀剂的质量之和。用粉煤灰和高炉矿渣微粉等做掺合料时，其质量计入胶凝材料总量。

【2.0.6 解析】 因为膨胀剂与水泥一样，对于强度的增进也有作用，所以单位胶凝材料用量应该为 $(C+E+F)$ 。此处 C 表示单位水泥用量， E 表示单位膨胀剂用量， F 表示除膨胀剂以外的掺合料（如粉煤灰、磨细矿渣粉等）的单位用量。

2.0.7 水胶比

混凝土中的水与胶凝材料的质量比。

【2.0.7 解析】 约束方法和养护方法固定的条件下，补偿收缩混凝土的强度、耐久性、防水性等性质是由浆体中的水与水泥、膨胀剂、掺合料的和之比，即 $W/(C+E+F)$ 决定。其中的膨胀剂和掺合料都属于胶凝材料。在普通混凝土中，胶凝材料仅指水泥，所以使用水灰比—— W/C 表达水和胶凝材料的关系，像《混凝土结构设计规范》GB 50010 等一些规范至今仍在使用水灰比，但是随着高性能混凝土发展，活性矿物掺合料以其性能优异、环保节材在混凝土中广泛使用，为了科学合理反映混凝土中水和胶凝材料的关系，现在的文献已经普遍用水胶比替代水灰比。

2.0.8 膨胀剂掺量

混凝土中膨胀剂占胶凝材料总量的百分含量。

【2.0.8 解析】 膨胀剂掺量是指膨胀剂与水泥、膨胀剂和矿物掺合料等胶凝材料的百分比，即 $E/(C+E+F)$ 。

2.0.9 膨胀加强带

一种减免后浇带的技术措施。采用自应力为 $0.5\sim 1.0\text{MPa}$ 的补偿收缩混凝土浇筑的一定宽度的部位，其两侧相邻区间浇筑自应力为 $0.2\sim 0.7\text{MPa}$ 的补偿收缩混凝土。

【2.0.9 解析】 膨胀加强带一般设在原设计留有后浇带的部位，收缩应力比较集中，需要采用自应力大的混凝土对两侧混凝土进行强化补偿。根据工程结构特点和施工要求，膨胀加强带分为连

续式、间歇式和后浇式三种构造形式。

2.0.10 无缝设计

采用补偿收缩混凝土的超长或大面积钢筋混凝土结构，用膨胀加强带取代后浇带实现连续浇筑混凝土的设计方法。

【2.0.10 解析】 由于补偿收缩混凝土能够补偿或部分补偿混凝土的收缩，所以在大面积施工过程中可以减免因防止收缩裂缝而留置的后浇带，实现混凝土连续浇筑。本条所述的无缝设计与取消建筑物伸缩缝的“无缝设计”不是同一个概念。

2.0.11 附加钢筋

在膨胀加强带及拉应力较为集中的部位增设的配筋。

【2.0.11 解析】 在拉应力较为集中的部位合理增加一部分配筋，一是能够提高该部位抵御收缩开裂的能力，二是能够改善混凝土的约束状态，提高混凝土的补偿收缩能力。

2.0.12 结构自防水

一种区别于柔性防水的刚性防水方式，采用补偿收缩混凝土的钢筋混凝土结构，兼有承重和防水功能。

【2.0.12 解析】 结构自防水是利用混凝土自身的抗渗、抗裂能力，将防水、承重和围护等功能统一起来的防水方式，具有施工简便，耐久性好的特点。一般采用外加剂对混凝土的防水和抗裂性能进行改善。

2.0.13 收缩应力

混凝土在限制条件下因体积收缩而产生的拉应力。

【2.0.13 解析】 在限制的情况下，混凝土发生收缩变形时，由于限制的作用，变形产生的能量不能完全释放，会在混凝土中产生相应的拉应力，相同收缩变形下，限制程度越高，拉应力也越大。收缩应力可以通过测量限制状态下的变形进行计算。

2.0.14 限制程度

混凝土中起限制作用的钢筋的配筋率。

【2.0.14 解析】 限制程度反映了混凝土受约束的大小，可以通过在试件内设置不同直径的钢筋，并在试件端部设限制锚固点，对混凝土试件的变形进行限制。将限制程度粗略划分为小限制程度（钢筋直径 10mm，配筋率为 0.79%），中等限制程度（钢筋直径 16mm，配筋率为 2.05%）和大限制程度（钢筋直径 28mm，配筋率为 6.56%）。

2.0.15 干燥收缩开裂概率

混凝土收缩开裂的趋势，用混凝土中的收缩应力与其适时抗拉强度的百分比值表示。其值越大，表示该混凝土发生裂缝的概率越大。

【2.0.15 解析】 取值范围为 0~100%。当混凝土中存在压应力时，理论上混凝土不会开裂，取 0；由于混凝土是一种非均质材料，测试值有波动性，收缩应力可能大于抗拉强度，此时取 100%。混凝土收缩开裂过程受材料、环境、施工和设计诸多因素的影响，且许多影响因素一直处于变化之中，很难找到准确估算和预测其绝对收缩开裂应力公认的方法。干燥收缩开裂概率是一种相对开裂概率研究，也是一种新尝试，对选择低收缩开裂趋势的混凝土具有积极意义。