团体标准

《后掺粗骨料混凝土应用技术规程》

编制说明

2023年3月

《后掺粗骨料混凝土应用技术规程》

编制说明

一、标准制定的必要性

随着高层、超高层建筑、桥梁工程等大量建设，我国混凝土需求量和水泥产量日益增大，巨大的能源消耗和温室气体排放对我国的自然环境造成了极大的破坏，对新型绿色混凝土研发和应用提出了更高的要求。工程建设的发展促进了绿色混凝土技术的大量研发与广泛应用，其中后掺粗骨料混凝土可大幅度节省商品混凝土中的水泥用量，提高现有材料的各项力学性能指标，改善商品混凝土早期开裂等工程顽疾，并大大降低工程造价，同时节省能源消耗和温室气体排放，达到绿色环保的效果，在建筑和桥梁工程领域中具有良好的应用前景。

但是，随着混凝土性能的高性能化和质量控制的标准化，如何合理地规定后掺粗骨料混凝土技术在设计、施工、检测等环节的技术要求，保障后掺粗骨料混凝土技术的可持续推广应用于发展，是当前工程材料行业面临的亟需解决的难题。

目前，国家、行业、协会等针对混凝土材料的规范相对也较多，如《预拌混凝土》（GB/T 14902-2012）、《纤维混凝土应用技术规程》（JGJ/T 221）、《自密实混凝土应用技术规程》（JGJ/T 283-2012）、《轻骨料混凝土应用技术标准》（JGJ/T 12-2019）等。这些规范都对混凝土在工程中应用做了相应的规定。但是，由于这些规范都是针对目前较为通用的混凝土应用技术要求，没有针对近年来研发的后掺粗骨料混凝土的较为系统全面的技术和设备研发等规定与条款，导致了后掺粗骨料混凝土应用于工程项目时，技术人员难以掌握其技术要点与设计、施

工要求，在一定程度上阻碍了后掺粗骨料混凝土更好地服务新基建工程，同时也给后掺粗骨料混凝土工程带来一定的安全隐患。

因此，针对后掺粗骨料混凝土技术系统全面地编制一部技术标准，是当前深入规范后掺粗骨料混凝土技术要求，大力推广后掺粗骨料混凝土技术应用面临的迫切问题，本标准的制定不仅顺应了后掺粗骨料混凝土技术发展的需求，也是行业发展的迫切需求，十分必要。

二、标准编制原则及依据

1. 按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》要求进行编写。
2. 本标准参考 CECS 361-2013 《生态混凝土应用技术规程》、JGJ/T 12-2019《轻骨料混凝土应用技术标准》、JGJ206-2010《海砂混凝土应用技术规范》和DB52/T 1545-2020《堆石混凝土拱坝技术规范》等相关标准起草。
3. 参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

三、主要试验（或验证）情况分析

本技术在实验室得到了试验验证，对标号为C30，C40和C50的后掺粗骨料混凝土的基本力学性能进行了测试和分析。试验结果表明，相对于未后掺粗骨料的混凝土，后掺10%-25%粗骨料混凝土的立方体抗压强度、棱柱体轴心抗压强度、立方体劈裂抗拉强度、抗折强度和塌落度值均有提高。其中，标号C30，C40和C50的后掺率为20%粗骨料混凝土的28天立方体抗压强度分别提高了20.6%，16.5%和18.9%。

1. 建立了后掺粗骨料混凝土的配合比设计方法

配合比设计的目的就是要满足混凝土的工作性及强度要求。本规程采用坍落度为180~200mm的强度等级为C30、C40、C50的基准混凝土，采用半定量半经验的设计方法，根据普通混凝土配合比设计方法计算出初始配合比，再进行多次试配，反复调整，最终得到强度值和坍落度值均符合要求的三种强度等级混凝土配合比，如表1至表3所示：

表1　C30基准混凝土配比

	水泥+粉煤灰	砂子	石子	水	减水剂
单方用量（kg/m^3）	352+88	716	1074	220	4.4
比例	0.8:0.2	0.4	0.6	0.5	1%

表2　C40基准混凝土配比

	水泥+粉煤灰+矿粉	砂子	石子	水	减水剂
单方用量（kg/m^3）	352+44+44	716	1074	202	5.72
比例	0.8:0.1:0.1	0.4	0.6	0.46	1.3%

表3　C50基准混凝土配比

	水泥+粉煤灰	砂子	石子	水	减水剂
单方用量（kg/m^3）	388+97	705	1058	194	7.275
比例	0.8:0.2	0.4	0.6	0.4	1.5%

注：1)减水剂使用量为胶凝材料（水泥与粉煤灰）的百分比

然后，根据基准商品混凝土的配合比，通过后掺不同体积比例的粗骨料（后掺骨料体积率r=10%，15%，20%等），计算得到后掺粗骨料质量为（rx1m^3x2550kg/m^3,其中，后掺粗骨料的表观密度为2550kg/m^3），同时对基准混凝土中各成分乘以（1-r）得到相应的后掺混凝土组分。以C40为例，后掺粗骨料混凝土的配合比如表4所示。

粗骨料用量的计算方法如公式（1）所示（r 为后掺粗骨料体积率）.。

（1-r）×基准混凝土粗骨料用量+r×后掺粗骨料表观密度×1 m^3

（1）

其余各组分（水泥、细骨料、水、矿物掺合料、减水剂、其他外加剂等）用量的计算方法如公示（2）所示。

（1-r）×基准混凝土各组分用量　　（2）

表4 C40后掺粗骨料混凝土配合比

材料		水泥	粉煤灰	矿粉	粗骨料	砂	水	减水剂	后掺粗骨料
基准混凝土	用量	352	44	44	1074	716	202	5.72	0
抛填量10%	用量	316.8（=352*（1-10%,下同）	39.6（=44*（1-10%）	39.6（=44*（1-10%）	1216.6（=1074*（1-10%）	644.4（=716*（1-10%）	181.8（=202*（1-10%）	5.15（=5.72*（1-10%）	255（=2550*r）
抛填量15%	用量	299.2	37.4	37.4	1287.9	608.6	171.7	4.86	382.5
抛填量20%	用量	281.6	35.2	35.2	1359.2	572.8	161.6	4.58	510

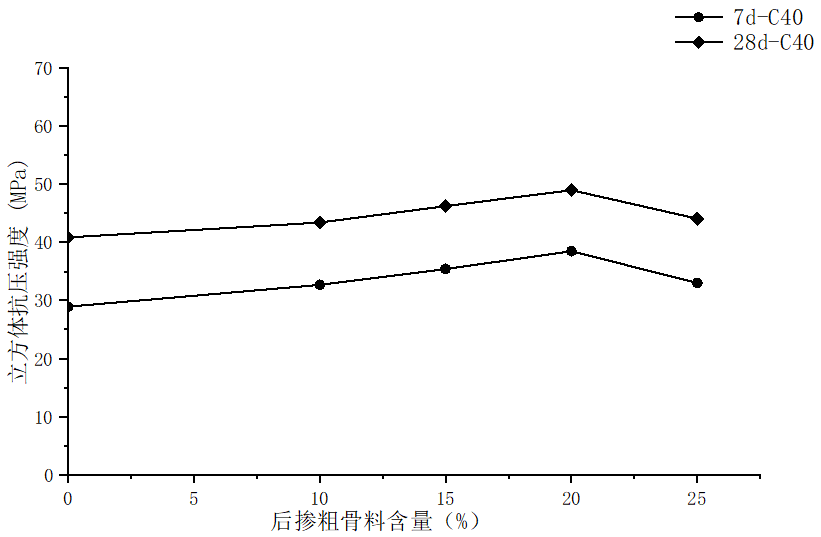
注：1）表中用量单位为kg/m^3

2. 后掺粗骨料混凝土基本力学性能试验结果和分析

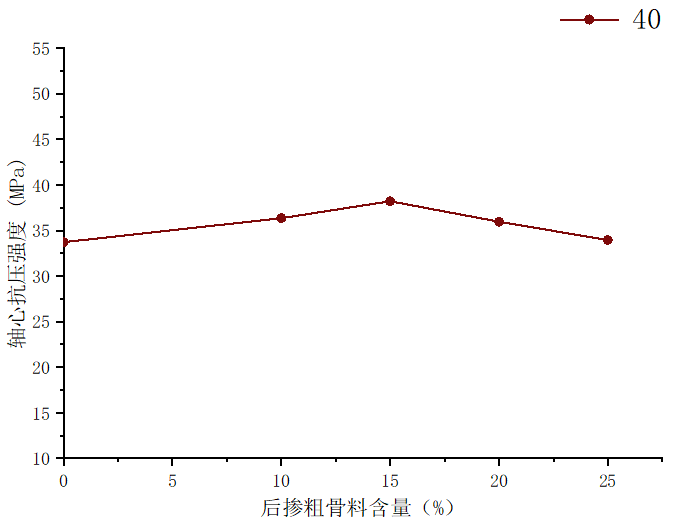
分别向按商品混凝土标号为C30、C40和C50的配合比配比中掺入后掺粗骨料体积置换率为10%，15%， 20%和25%的粗骨料，均匀搅拌后密实成型。测量后掺骨料绿色混凝土的立方体抗压强度、棱柱体轴心抗压强度、立方体劈拉强度、材料抗折强度以及塌落度值等指标。其中，C40后掺粗骨料混凝土的基本力学性能试验结果如表5所示：

表 5　C40 后掺粗骨料混凝土基本力学性能

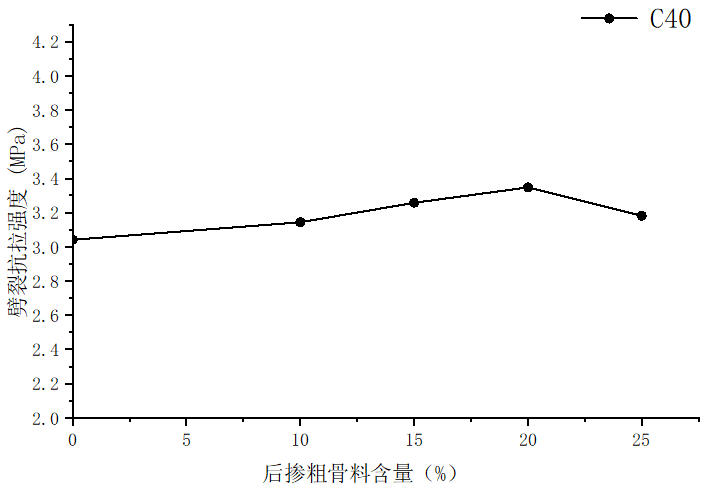
后掺粗骨料率	立方体抗压强度(MPa)		棱柱体轴心抗压强度(MPa)	立方体劈裂抗拉强度(MPa)	抗折强度(MPa)	弹性模量(MPa)
	7d	28d				
0%	28.9	40.9	33.7	3.04	5.82	3.07
10%	32.7	43.4	36.4	3.14	5.93	3.40
15%	35.4	46.3	38.2	3.26	6.00	3.60
20%	38.5	49	39	3.35	6.31	3.63
25%	33.0	44.1	34	3.18	6.34	3.61



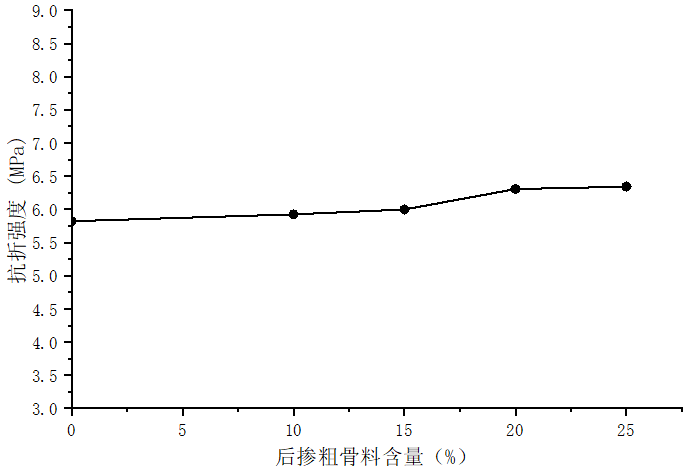
(a) 立方体抗压强度



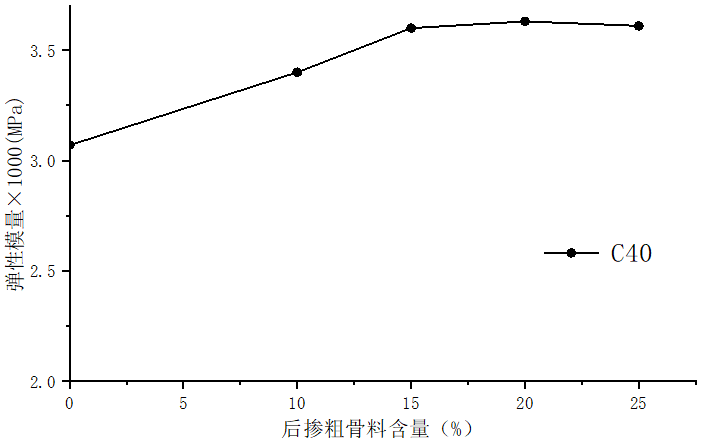
（b）轴心抗压强度



（c）劈裂抗拉强度



（d）抗折强度



(e) 弹性模量

图1 C40后掺粗骨料混凝土基本力学性能

由于后掺粗骨料混凝土内部粗骨料分布均匀并形成嵌锁结构，提高了混凝土的强度，由图1可看出，随后掺粗骨料率的增加，后掺骨料绿色混凝土的各项力学性能随之提高。和普通混凝土相比，后掺率为20%的后

掺粗骨料混凝土的7天立方体抗压强度约提高33%；28天立方体抗压强度约提高19.8%，轴心抗压强度提高约15.7%，劈裂抗拉强度提高约10.2%，抗折强度提高约8.4%，弹性模量提高约18.2%。棱柱体轴心抗压强度约提高10%；立方体劈裂抗拉强度约提高8%；抗折强度约提高5%；通过后掺粗骨料，节省了等量的商品混凝土，造价可节约10%-25%。图2为基准商品混凝土（强度等级C40）和后掺粗骨料后的混凝土横截面照片。其中，图2为未后掺粗骨料的原基质商品混凝土横截面照片，图2(b)-(e)为后掺粗骨料率为10%、15%、20%、25%的后掺粗骨料混凝土横截面照片。从图片中可以观察到，混凝土的密实度随着后掺粗骨料含量的增加而显著增加，而密实度的增加有利于提高混凝土结构的耐久性。

(a) 原基准混凝土

(b) 后掺粗骨料率 10%

(c) 后掺粗骨料率 15%

(d) 后掺粗骨料率 20%

(e) 后掺粗骨料率 25%

图2 C40后掺粗骨料混凝土横断面

四、项目背景及工作情况

（一）任务来源

根据《中国国际科技促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》

的有关规定，经中国国际科技促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，批准《后掺粗骨料混凝土应用技术规程》团体标准制定计划，计划编号为：XXXXXX。本标准由中国国际科技促进会提出并归口。

根据计划要求，本标准完成时限为3年。

（二）标准起草单位

本标准的主要起草单位是大连理工大学，负责标准文档起草及相关文件的编制等。参与起草单位包括哈尔滨工业大学，大连交通大学，华侨大学，大连海洋大学，中国长江三峡集团有限公司，中冶建筑研究总院有限公司，中铁 22 局集团有限公司，大连筑成建设集团有限公司。

（三）标准研制过程及相关工作计划

1)前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关二次投料混凝土相关文献，广泛搜集与骨料嵌锁混凝土相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与混凝土材料设计、施工人员进行调研、交流，广泛征求标准制订方面的意见和建议。

2)标准起草过程

团体标准立项通知公示后，编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会，经过多次修改，于 2023 年 3 月下旬完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

3)征求意见情况

2023 年 6 月下旬，标准编制小组先后通过现场会议、电话、邮件、微信等多种形式征集行业专家相关意见和建议。针对征集的意见，标准编制小组召开了研讨会，将收集到的意见进行汇总处理分析，在充分吸纳合理意见的基础上，先后修改和完成标准内容。

五、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

1）标准需要具有行业特点，指标及其对应的分析方法要积极参照采用国家标准和行业标准。

2）标准能够体现出《后掺粗骨料混凝土应用技术规范》的技术要素。

3）标准能够为后掺粗骨料混凝土在建筑和交通行业发挥较大的指导性作用。

4）标准需要具有科学性、先进性和可操作性。

5）与相关标准法规协调一致。

6）促进行业健康发展与技术进步。

六、标准主要内容

本标准适用于在建筑工程、桥梁工程等混凝土结构工程中采用后掺粗骨料混凝土技术进行工程设计、施工和检验等。

主要章节包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、混凝土性能，混凝土配合比设计、制备与运输、生产与施工、质量检验与验收、附录。

七、与有关法律法规和强制性标准的关系

遵守和符合相关法律法规和强制性标准要求。

JGJ55-2011《普通混凝土配合比设计规程》

JGJ/T 10-2011《混凝土泵送施工技术规程》

GB50010《混凝土结构设计规范》

GB/T50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》

GB/T50081《混凝土物理力学性能试验方法标准》

GB/T50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》

八、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准起草过程中没有重大分歧意见。

九、采标程度，国内外同类标准水平的对比情况

国内外尚没有《后掺粗骨料混凝土应用技术规程》这方面的标准。

十、后续贯彻措施

做好宣传培训，建议由各行业主管部门组织、主要起草单位配合开展标准宣贯培训工作，使相关工程人员了解标准、熟悉标准，掌握标准的各项技术要求，加强示范效应，让标准在行业内得到广泛推广和应用，使标准的应用落到实处。

对《后掺粗骨料混凝土应用技术规程》团体标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准中执行的问题，不断修改完善，提高标准水平，提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

建议本标准发布之日起半年内实施。

标准编制小组

2023年6月