

高性能混凝土远距离泵送控制

任杰杰

中铁大桥局集团第二工程有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 介绍了千黄高速05标临岐二号桥国家一级水体远距离泵送施工,对混凝土配合比的设计优化、质量控制,泵送施工技术及施工中的注意事项做了详细介绍。

关键词: 高性能混凝土、长距离泵送施工、配合比设计与优化、质量控制、泵送成功率

引言

泵送混凝土施工技术是用压力将混凝土通过一定的输送管道一次或分段送到浇筑地点,配以布料杆对混凝土进行高效连续浇筑,可以根据施工特点完成不同距离水平或垂直运输的技术。具有适应性强、浇筑速度快、机械化程度高、节省人力及降低劳动强度的优点,适用于各种作业面。远距离泵送混凝土与普通泵送混凝土的施工方法不同,除应满足设计强度、耐久性指标、混凝土流动性、可泵性外,对混凝土泵送损失、压力泌水率、黏度、含气量损失等有更高要求。远距离泵送会极大提高混凝土泵送压力和坍落度损失,较大的压力又易引起混凝土压力泌水进一步提高泵送阻力,极易造成堵管,所以远距离泵送对原材料要求很严,对配合比要求高,施工组织也必须严密,以保证混凝土的连续泵送。

工程概况及施组要求:千黄高速05标临岐二号桥位于美丽的千岛湖中,为国家一级水体,环保要求极高,平均水深超过三十米。主桥钻孔桩、承台、墩身、连续梁均需要采用地泵长距离运输。结合施组设计最远泵送距离水平550米,垂直高度42米,加上弯头换算成水平等效距离超800m。如何提高混凝土泵送效率和成功率是制约主桥施工的关键因素。钻孔桩混凝土采用地泵输送至灌注平台灌注,承台墩身采用地泵输送至布料机浇筑,连续梁使用地泵输送至梁顶后采用三通管分叉浇筑,均无接力泵。三种高性能混凝土配比性能需求不一样,但是均需要良好的可泵性、流动性、保水性,试验室控制每盘混凝土性能的同时协同现场组织泵送施工工艺控制是提高泵送效率和成功率的关键^[1]。

1 配合比设计与优化

1.1 由混凝土的可泵性来调整混凝土配合比,需要考虑原材料的质量、输送距离、泵的种类、输送的管径、浇筑方法和气候条件等。泵送混凝土水灰比主要受设计强度和施工工艺性能控制,水灰比是决定混凝土强度和耐久性的关键因素,同时也是决定混凝土黏度的关键因

素,黏度大小又是泵送阻力的关键因素。水是混凝土最好的润滑剂,水泥水化时,实际需水量约为水泥的25%左右,大部分水量与水泥水化无关,只是供给混凝土的骨料和粉料吸附,形成包括粗集料的砂浆提供混凝土的流动性,保证混凝土的运输、浇筑、振捣。水灰比与泵送混凝土在管道中流动有关,从不同水灰比的混凝土拌合物流动阻力清楚表明,其流动阻力随着水灰比减少、和易性降低而增加。泵送混凝土可泵性的关键在于拌合物在管道内受到的流动阻力最小,流动过程中不发生离析和泌水,要达到这个目的,砂率是关键。在设计混凝土各组成材料重量之间比例时,为保证和易性应选择最佳砂率,最佳砂率是指当用水量及水泥用量一定的条件下能使混凝土拌合物获得最大的流动性且保持良好的粘聚性和保水性的砂率。

2 优化后的混凝土配合比

材料名称	水泥	粉煤灰	砂	石	水	外加剂
生产厂家	常山南方	兰溪天达	江西赣江	桐庐	千岛湖水	长安育才
C35钻孔桩	357	63	750	1036	172	4.2
C35承台	300	100	732	1098	164	4.0
C55连续梁	463	52	676	1057	165	6.18

2.1 临岐二号桥钻孔桩施工时,考虑泵送效率和搅拌车配备运输时间单根桩浇筑方量等,需要混凝土具有保坍时间长、坍落度损失较小、含气量损失较小、压力泌水率低等优点。初步定为保塑时间4h、初凝时间16h,通过反复试配混凝土性能满足要求,第一根桩施工时灌注时间22h,过程中混凝土出机最长5h才开始浇筑,混凝土保塑时间、初凝时间偏低,联系厂家优化至保塑时间6h、初凝时间20h,第二根桩开始使用调整后的C35水下钻孔桩混凝土配合比,该混凝土泵送损失小、保塑时间适宜、灌注过程明显顺畅,灌注完成后混凝土下沉现

象极少。由于混凝土状态适宜,主桥全部40根桩均为一类桩,最远的11#墩8根桩破桩头时不超过半米即可见均匀质良好的混凝土,现场反馈良好。钻孔桩混凝土泵送时,坍落度较大、黏度较低,损失小、阻力小,高压低压泵送均不影响混凝土性能,排量可达75-85%,每车连续泵送时间15min-20min。

2.2 承台为大体积混凝土,水化热高、浇筑时间长。混凝土设计时考虑加大混凝土外掺量掺量,提高混凝土初凝时间,保塑时间3-4h,初凝时间16h左右正好合适。

2.3 主墩墩身和连续梁为连续刚构结构,均为C55混凝土,水胶比小、黏度大,泵送距离加大,泵送难度明显提高,为降低混凝土黏度采用粉煤灰单掺形式,适度提高混凝土含气量,外加剂增加降粘成分。泵送时只能采用高压低排量模式,低压可能打不动,大排量会明显加大混凝土泵送损失,适宜排量为50-60%,每车混凝土泵送时间30min,保塑时间4h-5h。

3 质量控制

3.1 原材料质量控制

选择P.042.5水泥、Ⅱ级粉煤灰来拌制C35混凝土、P.Ⅱ52.5水泥、Ⅰ级粉煤灰来拌制C55混凝土,C35采用5-31.5mm碎石,C55采用5-20mm碎石,根据试配选择适宜砂率。

3.2 泵送混凝土要求粗集料的级配应连续均匀,其针片状颗粒含量不宜大于8%。良好的级配,能够改善混凝土可泵性,其空隙率小,在水泥浆量相同的条件下,填充集料空隙的水泥浆越少,则包裹集料表面的水泥浆层越厚。从而改善混凝土拌合物的和易性,并能在相应的成型条件下,得到均匀密实的混凝土,同时达到节约水泥的效果,混凝土的可泵性对于集料级配间断或不均匀的反映十分敏感,某一组分的短缺,或在混凝土中出现局部的单一化的粗骨料,都可能产生泵送堵塞事故。粗集料在集料总量中的比例对混凝土的可泵性有很大的影响,粗集料用量的提高,意味着泵送压力的上升,如粗集料用量在某一范围时,泵送压力变化不大,若用量超过某一界限,泵送压力迅速上升。

3.3 细集料与水、水泥搅拌砂浆,用来填充粗集料之间的空隙,包裹粗集料,使粗集料在输送管道中呈悬浮状态运动,同时使粗集料与输送管之间及粗集料之间不阻滞。因此,细集料对混凝土拌合物的可泵性十分重要,为了使混凝土流动性满足要求,细集料应有良好的级配,为了防止混凝土离析,粒径在0.315mm以下的细骨料的比应适当加大,如含量过低,输送管容易阻塞。通常通过0.315mm筛孔的砂宜不小于15%,细骨料的含泥

量必须控制在3%以内,方可使用,含泥量超标,不仅妨碍集料与水泥净浆粘结,增加混凝土收缩,对抗裂性也不利,还影响混凝土强度和耐久性^[2]。

3.4 优质粉煤灰,不但能代替部分水泥,而且由于粉煤灰的微珠效应,可以起到润滑作用。一级粉煤灰需水量比水泥小,可改善混凝土拌合物性能,使在相同的水灰比情况下,混凝土的坍落度增大、粘性降低,同时降低混凝土早期水化热,有效减少混凝土收缩开裂风险。粉煤灰中的活性 Al_2O_3 、 SiO_2 与水泥水化析出的CaO作用,形成新的水化产物,不仅有助于混凝土后期强度增长,而且由于水化产物在反应过程中体积增大,弥补收缩,也有助于混凝土的结构更加密实,增加了阻水作用,从而混凝土的抗渗性得到改善。同时对抑制混凝土中的碱-骨料反映是有利的,提高混凝土的可泵性具有关键作用。

3.5 使用外加剂目的,就是为能够对混凝土某一方面或某几方面的性能进行改善,各种外加剂特性不同,使用前应根据混凝土工程技术要求,明确应用的主要目的,根据使用目的选择适用的外加剂。品种的选用和掺量要考虑工程对混凝土的性能要求环境温度,泵送高度、运输距离等。选用高性能缓凝型减水剂时应注意几点:一是水泥与外加剂的相容性;二是外加剂对混凝土拌合物作用受温度、时间的敏感性。

3.6 混凝土性能控制:原材料质量可控后,每批外加剂进场、每次主墩混凝土泵送前均应对混凝土配合比性能进行验证,主墩水泥罐应专罐专用,水泥进场确保三天以上才能使用,杜绝水泥过热造成的假凝及坍落度损失明显加快现象。满足要求方能开盘,开盘时试验室前后场盯控每车混凝土质量,确保泵送混凝土质量良好。

4 统一施工组织提高泵送成功率

4.1 主要因数有:1、混凝土配合比性能,性能由总工现场技术负责人施工员试验室共同讨论确认,试验室设计配合比优化性能。2、原材料性能,物资部确保材料提前供应,试验室进行试验,确保材料合格,砂石含水率稳定。3、坍落度损失及保塑时间控制,现场准备好后提前通知试验室,试验室实时取样试配,确保坍落度损失和保塑时间满足施工需求。4、泵机性能与泵机操作:1)泵送系统布设与选型,现场经过参数对比,选择了三一汽车制造有限公司生产的型号HBT80022C-5拖泵,最大理论输出压力、最大理论泵送速度满足现场施工需求。输送管选用高压泵管,管径 $\Phi 125mm$,壁厚6.3mm。混凝土输送管的布设结合现场实际情况进行来布置现场泵送系统。2)现场准备好后,通知地泵司机打水,检验

性能及清洗泵管。在实施过程中出现由于泵管未清洗干净造成堵管,经过分析,主要是由于弯头位置泵管未清洗干净。针对这种情况,现场决定洗管时多塞球,洗完管后拆除弯头,确保清理干净;打灰前也塞球打水,进一步清理泵管,水通球出后再开盘。3)连续梁泵送时严格执行高压低排量泵送原则,不得随意调整压力排量。5、现场统一协调,工区经理统筹安排,保障拌和站发料及时,上下沟通配合好。

4.2 混凝土泵启动后,应先泵送适量的水用湿润混凝土泵的料斗,活塞及输送管道内壁等直接与混凝土接触的部位,并检查确认输送管道内无异物后,再泵送1:2水泥砂浆对混凝土泵及输送管道进行润滑,然后进行混凝土的泵送。当出现堵管征兆或某一车混凝土的坍落度较小时,应立即降低排量泵送,无法泵送时,应及时将混凝土从料斗底部放掉,强行泵送极易造成堵管。泵送时,试验室现场值班人员应随时关注每车混凝土质量,操作人员应随时观察料斗中的余料,余料不得低于搅拌轴,如果余料太少,极易吸入空气,也易堵管,当混凝土泵出现压力升高且不稳定,油温升高,输送管明显振动等现象而泵送困难时,不得强行泵送,并应立即查明原因,采取措施排除,可先用木棒敲击输送管的弯管、锥形管,目的是混凝土通过这些部位比通过直管难,再就是木槌将这些部位的混凝土敲击松散,便于通过管道恢复正常

泵送,避免堵塞。总之,尽可能的将堵管消灭在萌芽状态。混凝土泵送应连续进行,尽可能避免或减少泵送时中途停歇,如混凝土供应不及时,宁可减低泵送速度也要保持泵送连续进行。因故一旦停泵而后又开始泵送时,要注意泵机压力表的变化,如缓慢上升,方可正常泵送。若因故需泵停时间较长,也要每隔5min进行打2泵以防混凝土在管道内停留时间过长离析堵管。能否连续泵送混凝土,是混凝土泵送施工的成败关键之一。当遇到混凝土供应中断等情况时,应采取慢速和间歇泵送,但一定要满足从泵送的混凝土从搅拌到浇筑完毕的延续时间不超过初凝时间的要求,在泵送过程中,不得把拆下的输送管内的混凝土撒落在未浇筑的地方。因为这些混凝土往往不易清理干净,留下的混凝土一般不易振捣密实,当其超过初凝时间后,再浇筑新混凝土两者不易紧密结合,从而影响混凝土整体质量。

5 混凝土长距离泵送成功关键点

混凝土配合比优化及原材料质量控制、泵机选型满足施工需求、提前通知确保试验室有足够时间验证混凝土性能、地泵司机打水试泵、加强沟通保障混凝土连续泵送的关键。

参考文献

- [1]《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T10-2011
- [2]《混凝土配合比设计规程》JGJ55-2011