

Research on Key Technology of Sandstone Applied to Water Stabilized Subbase in Municipal Engineering

Qiwei Diao

Anhui Provincial Highway and Bridge Engineering Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230051, China

Abstract

Municipal cement stable gravel base mixture production for the aggregate should use high quality limestone, in limestone lack area, can also use the high quality sandstone, Chongqing area due to the shortage of limestone resources, prices, and mountain traffic inconvenience, highway construction material transportation difficulties. At the same time for the need of environmental protection, the application of sandstone instead of limestone is imperative. In order to ensure the quality of municipal water stable base mixture, the key to ensure the rational utilization of the road surface is to optimize the mix ratio of sandstone water stable mixture, and to summarize the sandstone processing and the ratio of sandstone water stable mixture.

Keywords

municipal; sandstone; cement stabilized gravel; technical research

砂岩应用于市政工程水稳底基层关键技术研究

刁其威

安徽省公路桥梁工程有限公司, 中国·安徽 合肥 230051

摘 要

市政水泥稳定碎石底基层混合料生产所用的集料宜采用优质的石灰岩, 在石灰岩缺乏地区, 也可以采用优质的砂岩, 重庆地区由于石灰岩资源逐渐短缺、价格上涨以及山区交通不便, 公路建设材料运输困难。同时, 出于环境保护的需要, 应用砂岩替代石灰岩已势在必行。为保证市政水稳底基层混合料质量, 研究影响砂岩水稳混合料力学性能的各项指标、优化砂岩水稳混合料的配合比、总结砂岩加工和砂岩水稳混合料配比是保证路面性能和资源合理利用的关键。

关键词

市政; 砂岩; 水泥稳定碎石; 技术研究

1 引言

目前, 中国多数地区应用的是石灰岩, 而石灰岩是一种地方性资源, 短期内不可再生, 也不利于长距离运输。随着中国基础设施建设的日益发展, 中国很多区域的石灰岩资源逐步短缺, 甚至出现没有石灰岩可用的状态, 水稳混合料所用石料供需矛盾较为突出。由于石灰岩资源短缺, 价格上涨, 在经济利益的驱使下, 中国很多地区都出现了乱采、乱挖石灰岩的现象。

另外, 由于石灰岩的无序生产, 在生产、贮存和运输过程中还造成了对空气和环境的污染, 为此中华人民共和国国务院和各地人民政府相继采取了一系列控制措施和出台了禁采或限采石灰岩的规定。这就要求寻找新的料源来弥补石灰岩的短缺。

重庆地区由于石灰岩资源逐渐短缺、价格上涨以及山

区交通不便, 公路建设材料运输困难, 同时出于环境保护的需要, 应用砂岩替代石灰岩已势在必行^[1,2]。

2 砂岩和石灰岩应用技术研究关键点

通过砂岩在水稳混合料现场应用试验得出影响水稳混合料各项性能的指标, 形成企业水稳底基层施工比选标准, 推进砂岩在水稳底基层施工中合理应用。指标合格的石灰岩随着石灰岩缺乏地区工程建设砂石材料需求量的剧增, 建议只作为路面高等级结构层次的使用, 如基层。结合砂岩应用于水稳底基层混合料研究方法, 明确对砂岩生产设备的选择、生产方法的完善以及对砂岩各项指标生产控制。选择这些重要的环节作重点控制将是生产出合格砂岩最为有效的保证。

3 砂岩混合料的制备技术及质量控制

3.1 砂岩生产设备选择

砂岩的生产规模应适中, 一般可采用三级破碎工艺, 即粗碎、中碎、细碎。在破碎机的选型上也作了分析, 粗碎

【作者简介】刁其威(1990-), 男, 中国安徽蚌埠人, 本科, 高级工程师, 从事公路工程质量控制技术研究。

常用的设备有颚式破碎机，中碎一般采用锤破式破碎机，细碎采用反击破式破碎机。重庆白沙项目武骏企业周边市政工程公路，周边砂岩资源丰富且质量较好，为满足 8 万 t 水稳底基层混合料需求量以及生产时间和产量上的要求，通过选型招标确定产量 1000t/ 天颚式破碎 + 圆锥破碎 + 反击破式生产设备。

3.2 砂岩混合料级配设计确定

半刚性基层划分主要分为四种结构类型，分别是均匀密实、密实悬浮、密实骨架和骨架空隙^[5]。均匀密实型的代表类型主要为石灰土、水泥石、二灰土，一般为无机结合料稳定细粒土。划分为密实骨架、密实悬浮和骨架空隙这三种类型时，以筛孔尺寸为 4.75mm 作为粗、细集料的分界尺寸^[4]。这三种级配的结构类型主要是根据压实后混合料中粗集料与细集料分布关系和粗细集料的作用来确定的。

密实骨架结构：矿料颗粒主要分布于级配范围的两端，中间部分的集料颗粒很少，所以粗集料一端相互支撑嵌挤形成骨架，细集料一端主要起填充作用，填充于粗骨料之间，使整个结构呈密实状态。

密实悬浮型：一方面，矿料的颗粒由大到小连续分布，并通过胶浆的胶结作用形成密实结构。另一方面，较大一级的颗粒只有留出充足的空间才能容纳下一级较小的颗粒，这样粒径较大的颗粒就往往被较小一级的颗粒挤开，造成粗颗粒之间不能直接接触，也就不能相互支撑形成嵌挤骨架结构，而是彼此分离悬浮于较小颗粒和胶浆中间，这样就形成了密实—悬浮结构的沥青混合料。

骨架空隙型：由于矿料大多集中在较粗的粒径上，所以粗粒径的颗粒可以相互接触，彼此相互支撑，形成嵌挤的骨架。但因很少含有细颗粒，粗颗粒形成的骨架空隙无法填充，从而压实后在混合料中留下较多的空隙，形成骨架—空隙结构。

本次试验采用了密实骨架、骨架空隙和密实悬浮三种水泥稳定碎石结构类型，根据 JTG D50—2006《公路沥青路面设计规范》对公路基层水泥稳定碎石各结构类型级配范围的要求，确定级配且制定出相应的级配曲线。

3.2.1 密实骨架型

JTG D50—2006《公路沥青路面设计规范》^[5]中所要求的密实骨架型水泥稳定类基层集料级配范围如表 1 所示。

表 1 骨架密实型水泥稳定类集料级配范围

筛孔尺寸 /mm	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过率 %	100	68~86	38~58	22~32	16~28	8~15	0~3

根据表 1 中的级配范围，经设计采用各档石料的比例为 2-3 碎石 : 1-2 碎石 : 0.5-1 碎石 : 石屑 = 30% : 26% : 15% : 29%，级配曲线如图 1 所示。

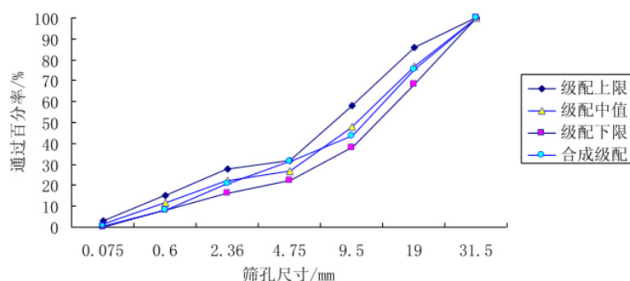


图 1 骨架密实型级配曲线

3.2.2 密实悬浮型

根据 JTG D50—2006《公路沥青路面设计规范》^[5]中所规定的密实悬浮型水泥稳定类基层集料级配范围表 2。

表 2 悬浮密实型水泥稳定类集料级配范围

筛孔尺寸 /mm	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过率 %	100	90~100	60~80	29~49	15~32	6~20	0~3

经设计采用各档石料的比例为：2-3 碎石 : 1-2 碎石 : 0.5-1 碎石 : 石屑 = 8% : 20% : 42% : 30%。级配曲线如图 2 所示。

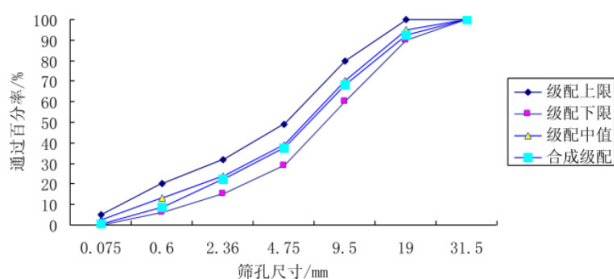


图 2 悬浮密实型级配曲线

3.2.3 骨架空隙型

根据 JTG D50—2006《公路沥青路面设计规范》^[5]中关于骨架空隙型结构的相关内容及相关规定，经设计采用各档石料的比例为 2-3 碎石 : 1-2 碎石 : 0.5-1 碎石 : 石屑 = 30% : 30% : 40% : 0%。级配曲线如图 3 所示。

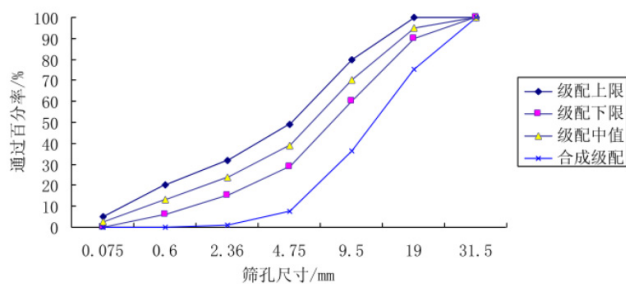


图 3 骨架空隙型级配曲线

经过大量的试验室数据结果，分别分析了在相同水泥剂量的情况下，不同的级配结构类型（密实骨架结构、密实悬浮结构、骨架空隙结构）对水稳碎石 7d 无侧限抗压强度

的影响,得出如下结论:骨架空隙型混合料的 7d 无侧限抗压强度最低,密实骨架型混合料级配最高,密实悬浮型混合料居中,因此在重庆白沙项目武骏企业周边市政工程公路工程施工中,为保证工程施工质量,项目采用了密实骨架结构级配。

4 砂岩混合料延迟时间确定

由于水泥与集料遇水会产生凝结硬化和水化作用,使得从加水搅拌到成型终了的延迟时间对水泥稳定碎石混合料所能达到的干密度和 7d 无侧向抗压强度产生显著的影响^[4],进而直接影响到水泥稳定碎石基层的施工质量。因此,延迟时间指标对水稳施工质量起到直接影响因素的作用。通常国外规定水稳混合料施工的延迟时间为 2h,但在中国公路路面工程施工中,考虑到部分路段会采用路拌法的实际情况,因此 JTG/T F20—2015《公路路面基层施工技术细则》^[2]规定的延迟时间为 3~4h。因此在进行配合比设计时,由于市政工程中水稳施工时,混合料拌制主要采用集中厂拌法,为了保证施工质量,科学施工,以试验数据指导施工,还应通过混合料延迟时间试验确定具体的实际施工延迟时间。

试验步骤如下:按照 0h、1h、2h、4h、6h 分别设定延迟时间进行混合料拌制成型,具体的实施步骤是:根据室内击实试验所得到的最佳含水率、最大干密度以及配合比计算出粗集料、细集料、水和水泥的质量进行配料。

①对于延迟时间为 0h 的试验步骤:混合料拌制成型过程中,从添加水泥拌制、装料入模、压力机成型应连续进行,不得中断。

②对于延迟时间为 1h 的试验步骤是,混合料拌制成型过程中,混合料添加水泥拌制、装料入模后需静待 1h 之后再用力机成型。

③依次按照步骤②中的方法进行 2h、4h、6h 延迟时间的延迟试验试件拌制成型。

④试件成型脱模后均放置在标准养护条件下的养护室养生 7d,最后一天养生需浸水,水面高度需高于试件顶部,养生时间到时,用压力机分别测定每组试件的 7d 无侧限抗压强度平均值和代表值。

试验结果见表 3。

表 3 数据显示,相同水泥剂量的情况下,不同延迟时间导致的水泥稳定碎石混合料的强度有着明显的差异,延迟时间 0h 的无侧限抗压强度为 100%,延迟时间 1h 为 0h 无侧限抗压强度的 93.7%,延迟时间 2h 为 0h 无侧限抗压强度的 87.1%,延迟时间 4h 为 0h 无侧限抗压强度的 77.4%,当延迟时间为 6h 时,无侧限抗压强度不合格。可以看出随着延迟时间的增长,混合料的强度总体呈下降趋势。根据以上数据,为了保障施工质量,水稳混合料从拌和站添加水泥拌制、运输、摊铺一直到碾压成型的时间应控制在 2~3h。虽然水泥稳定碎石基层施工时使用的都是缓凝水泥,在施工过程中延迟时间稍长,对其强度影响不大,但延迟时间过长,就会明显影响其强度和压实度,而且,延迟时间愈长,混合料强度和干密度的损失愈大。中国和其他国家解决延迟成型强度损失问题的方法是加入缓凝剂,也有采用专用水泥的方法。

5 结语

针对市政公路水稳施工线长点多的特点,优化碎石加工厂的砂岩生产技术及工艺流程。提出相关满足砂岩质量的生产设备控制参数有着重要实际意义。总结砂岩在水稳底基层施工中成熟经验,通过同期分别分组实验,在质量和性能合格范围内,探索出砂岩特性在混合料中的变化规律,精细化控制配合比,是数据化掌控施工质量关键因素。积极通过项目现场全程比较方式,从原材生产加工、水稳底基层混合料生产和施工成品检测全过程采集数据,用数据比较反馈问题、剖析问题、解决问题,最终形成可以指导实际生产结果。

表 3 延迟时间实验结果

延迟时间 /h	R ₀ 平均值 /MPa	S /MPa	Cv /%	R ₀ 代表值 /MPa	强度百分比 /%	规范规定基层 7d 无侧限抗压强度 /MPa	
						轻交通	重、中交通
0	4.46	0.322	7.1	3.9	100		
1	4.08	0.173	5.11	3.7	93.7		
2	3.85	0.167	5.28	3.4	87.1	2.5~3.5	3~4
4	3.61	0.213	7.17	2.9	77.4		
6	3.01	0.197	7.84	2.5	66.9		

参考文献

[1] 朱江.岩石与地貌[M].重庆:重庆大学出版社,2014.
 [2] JTG/T F20—2015 公路路面基层施工技术细则[S].
 [3] 马境勇.市政道路工程中水稳层施工关键技术[J].智能城市, 2021,7(7):25-26.
 [4] 赵时丰.市政道路工程中水稳层施工技术要点[J].江西建材, 2020(12):257-258.
 [5] JTGD50—2006 公路沥青路面设计规范[S].