

中华人民共和国国家标准

水泥混凝土路面施工
及验收规范

GBJ 97—87

1988 北 京

中华人民共和国国家标准

水泥混凝土路面施工及验收规范

GBJ 97—87

主编部门：中华人民共和国交通部

批准部门：中华人民共和国国家计划委员会

施行日期：1987年10月1日

关于发布《水泥混凝土路面 施工及验收规范》的通知

计标[1987]226 号

根据原国家建委(81)建发设字第 546 号文的通知,由交通部会同有关部门共同制订的《水泥混凝土路面施工及验收规范》,已经有关部门会审。现批准《水泥混凝土路面施工及验收规范》**GBJ97—87** 为国家标准,自一九八七年十月一日起施行。

本标准由交通部管理,其具体解释等工作,由浙江省交通厅负责。出版发行由我委基本建设标准定额研究所负责组织。

国家计划委员会

一九八七年二月九日

编制说明

本规范是根据原国家建委〔81〕建发设字 546 号文通知，由浙江省交通厅负责主编，并会同广东省交通厅等十四个单位共同编制而成的。

本规范在编制过程中，进行了比较广泛的调查研究，总结了建国以来修筑水泥混凝土路面的经验，吸取了有关科研成果，并广泛征求全国各有关单位的意见，多次召开专题讨论会，经反复讨论修改，最后会同有关部门共同审查定稿。

本规范共分六章十一节和八个附录，主要内容有总则，施工准备，基层与垫层，水泥混凝土板施工，水泥混凝土路面质量检查和竣工验收，安全生产等。

本规范是首次编制，请各单位在执行过程中，注意积累资料，总结经验。如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交浙江省交通厅（杭州梅花碑），以便今后修订时参考。

中华人民共和国交通部

1987 年 2 月

主要符号

- α_s —— 混凝土计算抗折强度 (MPa)
 α_c —— 混凝土圆柱劈裂强度 (MPa);
 α_b —— 混凝土小梁抗折强度 (MPa);
 C —— 混凝土试件抗压强度 (MPa);
 C_c —— 水泥标号 (抗压强度) (MPa);
 C_c^o —— 水泥实际抗压强度 (MPa);
 K_c —— 水泥标号富余系数;
 $\frac{C}{W}$ —— 混凝土灰水比;
 C_t —— 混凝土试配强度;
 σ —— 混凝土强度均方差;
 E_t —— 基层顶面当量回弹模量 (MPa);
 E_s —— 基层顶面计算回弹模量 (MPa);
 E_o —— 土基的回弹模量 (MPa);
 L_o —— 黄河 JN-150 汽车测得的计算回弹弯沉值 (mm);
 P —— 试件破坏最大荷载 (N);
 A —— 试件受压面积 (cm²)。

目 录

第一章 总 则	(1)
第二章 施 工 准 备	(2)
第三章 基层与垫层	(3)
第四章 水泥混凝土板施工	(5)
第一节 材 料	(5)
第二节 混凝土配合比	(8)
第三节 混凝土拌合物的搅拌和运输	(10)
第四节 混凝土拌合物的浇筑	(12)
第五节 钢 筋 设 置	(14)
第六节 接 缝 施 工	(14)
第七节 混凝土板养护	(17)
第八节 冬季施工和夏季施工	(19)
第九节 旧混凝土板加厚	(21)
第五章 水泥混凝土路面质量检查和竣工验收	(22)
第一节 质 量 检 查	(22)
第二节 竣 工 验 收	(24)
第六章 安 全 生 产	(29)
附录一 混凝土配合比算例	(30)
附录二 混凝土板真空吸水工艺	(33)
附录三 混凝土板切缝机具及施工工艺	(34)
附录四 混凝土板接缝填缝料	(35)
附录五 混凝土板塑料薄膜养护工艺	(37)
附录六 混凝土抗压、抗折和劈裂抗拉强度试验	(39)
附录七 计量单位的换算	(45)
附录八 本规范用词说明	(46)
附 加 说 明	(47)

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为了提高水泥混凝土路（道）面（以下简称混凝土路面）工程的施工技术水平，保证工程质量，以促进交通建设和运输的发展，特制订本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于新建和改建的公路、城市道路、厂矿道路和民航机场道面等就地浇筑的水泥混凝土路面的施工及验收。

注：民航机场道面指跑道，停机坪，滑行道。

第 1.0.3 条 混凝土路面的施工，必须根据设计文件、施工条件及水文、地质、气象等不同情况，采取相应的技术措施，以保证工程质量。

第 1.0.4 条 混凝土路面原材料的选用，应贯彻因地制宜就地取材的原则。

第 1.0.5 条 混凝土路面的施工，应采用机械操作，并积极采用新技术、新材料和新工艺。

第 1.0.6 条 混凝土路面的施工及验收，除按本规范的规定执行外，尚应符合国家现行的有关标准、规范的规定。

第二章 施工准备

第 2.0.1 条 施工单位应根据设计文件及施工条件，确定施工方案，编制施工组织设计。

第 2.0.2 条 施工前应解决水电供应，交通道路，搅拌和堆料场地，办公生活用房、工棚仓库和消防等设施。

第 2.0.3 条 有碍施工的建筑物、灌溉渠道和地下管线等，均应在施工前拆迁完毕。

第 2.0.4 条 施工前必须对混凝土路面原材料进行取样试验分析，并应提供混凝土配合比验数据。

第 2.0.5 条 施工单位应根据设计文件，复测平面和高程控制桩，据以定出路面中心、路面宽度和纵横高程等样桩。控制桩测量的精度，应符合国家有关标准、规范的规定。

第三章 基层与垫层

第 3.0.1 条 混凝土路面的路基，应符合下列要求：

一、路基的高度、宽度、纵横坡度和边坡等均应符合设计要求；

二、路基应有良好的排水系统；

三、路基应坚实、稳定，压实度和平整度应符合设计要求；

四、对现有路基加宽，应使新旧路基结合良好，压实度应符合要求。

第 3.0.2 条 混凝土路面的基层，宜采用板体性好、强度高的石灰稳定土、工业废渣类、级配碎（砾）石掺灰和水泥稳定砂砾（包括砾石土）等半刚性基层，及泥灰结碎（砾）石基层。

第 3.0.3 条 混凝土路面基层的强度应满足设计要求。基层施工应符合下列要求：

一、石灰稳定土基层，应做到土块粉碎，石灰合格，配料准确，拌和均匀，控制最佳含水量，碾压密实。石灰含量宜占土的 8~12%。当日平均气温低于 5℃（摄氏度）时，应停止施工，并应在冻结前达到规定强度，石灰稳定土基层不宜在雨天施工；

二、对煤渣、粉煤灰、冶金矿渣等工业废渣类基层，应按其化学成份和颗粒组成，掺入一定数量石灰土或石渣组成混合料，加水拌和压实，洒水养护。当日平均气温低于 5℃时，不应施工，并应在冻结前达到规定强度；

三、泥灰结碎（砾）石基层，应严格控制泥灰的含量。泥灰的总含量不宜大于总混合料的 20%，石灰含量宜占土的 8~12%，土的塑性指数宜为 10~14。施工可采用灌浆法或拌和法，采用拌和法时，应先拌匀灰土；

注：土的塑性指数，为采用 76 克平衡锥标准测定液限。如采用 100 克平衡锥，土的塑性指数宜为 15~22。

四、级配碎（砾）石掺石灰基层的碎（砾）石颗粒应符合级配要求。细料含量宜为20~30%，石灰含量宜占细料的8~12%；

五、水泥稳定砂砾（包括砾石土）基层的砂砾应有一定的级配，最大粒径不应超过5cm，水泥含量不宜超过混合料总重的6%，压实工作必须在水泥终凝前完成。

第3.0.4条 基层完成后，应加强养护，控制行车，不使出现车槽。如有损坏应在浇筑混凝土板前采用相同材料修补压实，严禁用松散粒料填补。对加宽的基层，新旧部分的强度应一致。

第3.0.5条 设置垫层时，垫层施工应符合下列要求：

一、宜选用当地的砂砾或炉渣等材料；

二、垫层施工前，应处理好路基病害，并完成排水设施；

三、垫层铺筑应碾压密实、均匀；

四、冰冻地区采用灰土垫层时，当日平均气温低于5℃时，不应施工，并应在冰冻前达到规定强度。

第3.0.6条 混凝土路面施工，应按设计要求，及时完成路肩、排水及人行道等工程。

第四章 水泥混凝土板施工

第一节 材 料

第 4.1.1 条 用于混凝土板的水泥，应符合下列要求：

一、应采用强度高、收缩性小、耐磨性强、抗冻性好的水泥。其物理性能和化学成份应符合国家有关标准的规定；

二、公路、城市道路、厂矿道路应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥（简称普通水泥），水泥标号不应低于 425 号。当条件受限制时，可采用矿渣水泥，其标号不应低于 425 号，并应严格控制用水量，适当延长搅拌时间，加强养护工作；亦可采用 325 号普通水泥，但应采取掺外加剂、干硬性混凝土或真空吸水等措施；

三、民航机场道面和高速公路，必须采用标号不低于 425 号的硅酸盐水泥；

四、水泥进场时，应有产品合格证及化验单。并应对品种、标号、包装、数量、出厂日期等进行检查验收；

五、不同标号、厂牌、品种、出厂日期的水泥，不得混合堆放，严禁混合使用。出厂期超过三个月或受潮的水泥，必须经过试验，按其试验结果决定正常使用或降级使用。已经结块变质的水泥不得使用。

第 4.1.2 条 混凝土板用的砂，应符合下列要求：

一、应采用洁净、坚硬、符合规定级配、细度模数在 2.5 以上的粗、中砂；

二、当无法取得粗、中砂时，经配合比试验可行，可采用泥土杂物含量小于 3% 的细砂；

三、砂的技术要求应符合表 4.1.2 的规定。

第 4.1.3 条 混凝土板用的碎（砾）石，应符合下列要求：

砂的技术要求

表 4.1.2

项 目			技 术 要 求					
颗 粒 级 配	筛孔尺寸 (mm)		方 孔				圆 孔	
			0. 16	0. 315	0. 63	1. 25	2. 50	5. 0
级 配	累计筛余量 (%)	I 区	100~90	95~80	85~71	65~35	35~5	10~0
		II 区	100~90	92~70	70~41	50~10	25~0	10~0
		III 区	100~90	85~55	40~16	25~10	15~0	10~0
泥土杂物含量 (冲洗法) (%)			≤ 3					
硫化物和硫酸盐含量 (折 算为SO ₃) (%)			≤ 1					
有机物质含量 (比色法)			颜色不应深于标准溶液的颜色。					
其它杂物			不得混有石灰、煤渣、草根等其它杂物。					

注：① I 区砂基本属于粗砂。II 区砂属于中砂和一部份偏粗的细砂，颗粒适中，级配最好。III 区砂属细砂和一部分偏细的中砂。

② 有机物质含量标准溶液的配制方法：取 2g 鞣酸粉溶解于 98ml 的 10% 酒精溶液中即得所需的鞣酸溶液，然后取该溶液 2.5ml 注入 97.5ml 浓度为 3% 的氢氧化钠溶液中，加塞后剧烈摇动，静置 24h 即得标准溶液。

一、碎（砾）石应质地坚硬，并应符合规定级配，最大粒径不应超过 40mm；

二、碎石的技术要求，应符合表 4.1.3—1 的规定。

三、砾石的技术要求，应符合表 4.1.3—2 的规定。

第 4.1.4 条 用于抗冻性混凝土的碎（砾）石，应进行冻融和坚固性试验。

注：一月份平均温度不低於-10℃的地区，不考虑石料的抗冻性。

第 4.1.5 条 混凝土搅拌和养护用水应清洁，宜采用饮用水。使用非饮用水时，应经过化验，并应符合下列规定：

一、硫酸盐含量（按SO₄计）不得超过 2700mg/L；

碎石技术要求

表 4.1.3—1

项 目		技 术 要 求			
颗 粒 级 配	筛孔尺寸 (mm) (圆孔筛)	40	20	10	5
	累计筛余量 (%)	0~5	30~65	75~90	95~100
强 度	石料饱水抗压强度与混凝土设计抗压强度比 (%)	≥ 200			
	石料强度分级	≥ 3 级			
针片状颗粒含量 (%)		≤ 15			
硫化物及硫酸盐含量(折算为SO ₃) (%)		≤ 1			
泥土杂物含量 (冲洗法) (%)		≤ 1			

注： 石料强度分级，应符合《公路工程石料试验规程》的规定。

砾石技术要求

表 4.1.3—2

项 目		技 术 要 求			
颗 粒 级 配	筛孔尺寸 (mm) (圆孔筛)	40	20	10	5
	累计筛余量 (%)	0~5	30~65	75~90	95~100
空隙率 (%)		≤ 45			
软弱颗粒含量 (%)		≤ 5			
针片状颗粒含量 (%)		≤ 15			
泥土杂物含量 (冲洗法) (%)		≤ 1			
硫化物及硫酸盐含量(折算为SO ₃) (%)		< 1			
有机物含量 (比色法)		颜色不深于标准溶液的颜色。			
石料强度分线		≥ 3 级			

注： 石料强度可采用压碎指标值 (%)。

二、含盐量不得超过 5000mg/L；

三、PH 值不得小于 4。

第 4.1.6 条 混凝土掺用的外加剂，应经配合比试验符合要求后方可使用。掺用的外加剂，可按下列规定选用。

一、为减少混凝土拌合物的用水量，改善和易性，节约水泥用量，提高混凝土强度，可掺入减水剂；

二、夏季施工或需要延长作业时间时，可掺入缓凝剂；

三、冬季施工为提高早期强度或为缩短养护时间，可掺入早强剂；

四、严寒地区为抗冻，可掺入引气剂。

第 4.1.7 条 混凝土板用的钢筋，应符合下列要求：

一、钢筋的品种、规格，应符合设计要求；

二、钢筋应顺直，不得有裂缝、断伤、刻痕，表面油污和颗粒状或片状锈蚀应清除。

第二节 混凝土配合比

第 4.2.1 条 混凝土配合比，应保证混凝土的设计强度、耐磨、耐久和混凝土拌合物和易性的要求。在冰冻地区还应符合抗冻性的要求。

第 4.2.2 条 混凝土配合比，应根据水灰比与强度关系曲线进行计算和试配确定。并按抗压强度作配合比设计，以抗折强度作强度检验。

混凝土抗压强度的试验应符合本规范附录六的规定。

第 4.2.3 条 混凝土的试配强度宜按设计强度提高 10~15%。

第 4.2.4 条 混凝土拌合物的稠度试验，采用塌落度测定时，塌落度宜为 1~2.5cm；塌落度小于 1cm 时，应采用维勃稠度仪测定，维勃时间宜为 10~30s。每一工作班应至少检查两次。

第 4.2.5 条 混凝土的水灰比，当有经验数值时，可按经验

数值选用。如无经验数值时，可按下列公式计算：

$$\text{碎石混凝土 } C=0.46C_c \left(\frac{C}{W} - 0.52 \right); \quad (4.2.5-1)$$

$$\text{砾石混凝土 } C=0.48C_c \left(\frac{C}{W} - 0.61 \right). \quad (4.2.5-2)$$

式中： C ——混凝土试件抗压强度（MPa）（兆帕）；

C_c ——水泥实际抗压强度（MPa）；

$\frac{C}{W}$ ——混凝土灰水比。

第 4.2.6 条 混凝土最大水灰比，应符合下列规定：

- 一、公路、城市道路和厂矿道路不应大于 0.50；
- 二、机场道面和高速公路不应大于 0.46；
- 三、冰冻地区冬季施工不应大于 0.45。

第 4.2.7 条 混凝土的单位用水量，应按骨料的种类、最大粒径、级配、施工温度和掺用外加剂等通过试验确定。粗骨料最大粒径为 40mm。粗细骨料均干燥时，混凝土的单位用水量，应按下列经验数值采用：

- 一、碎石为 150~170kg/m³；
- 二、砾石为 140~160kg/m³；
- 三、掺用外加剂或掺合料时，应相应增减用水量。

第 4.2.8 条 混凝土的单位水泥用量，应根据选用的水灰比和单位用水量进行计算。单位水泥用量不应小于 300kg/m³。

第 4.2.9 条 混凝土的砂率，应按碎（砾）石和砂的用量、种类、规格及混凝土的水灰比确定，并按表 4.2.9 规定选用。

第 4.2.10 条 选定砂率并经试配后，采用绝对体积法或假定容重法计算砂、石用量，并确定混凝土拌合物的理论配合比。在

碎(砾)石 率(%) 水 灰 比	碎石最大粒径 40mm	砾石最大粒径 40mm
	0.40	27~32
0.50	30~35	28~33

注：①表中数值为Ⅱ区砂的选用砂率。

②采用Ⅰ区砂时，应采用较大的砂率。采用Ⅲ区砂时，应采用较小的砂率。

施工时，应测定现场骨料的含水率，将理论配合比换算为施工配合比，作为混凝土施工配料的依据。

混凝土配合比可参照附录一计算。

第三节 混凝土拌合物的搅拌和运输

第 4.3.1 条 混凝土拌合物应采用机械搅拌施工，其搅拌站宜根据施工顺序和运输工具设置，搅拌机的容量应根据工程量大小和施工进度配置。施工工地宜有备用的搅拌机和发电机组。

第 4.3.2 条 投入搅拌机每盘的拌合物数量，应按混凝土施工配合比和搅拌机容量计算确定，并应符合下列规定：

一、进入拌和机的砂、石料必须准确过秤。磅秤每班开工前应检查校正；

二、散装水泥必须过秤。袋装水泥，当以袋计量时，应抽查其量是否准确；

三、严格控制加水量。每班开工前，实测砂、石料的含水量，根据天气变化，由工地试验确定施工配合比；

四、混凝土原材料按质量计的允许误差，不应超过下列规定：

1. 水泥±1%；
2. 粗细骨料±3%；

3. 水土1%；

4. 外加剂土2%。

第 4.3.3 条 搅傍第一盘混凝土拌合物前，应先用适量的混凝土拌合物或砂浆搅拌，拌后排弃，然后再按规定的配合比进行搅拌。

第 4.3.4 条 搅拌机装料顺序，宜为砂、水泥、碎（砾）石，或碎（砾）石、水泥、砂。进料后，边搅拌边加水。

第 4.3.5 条 混凝土拌合物每盘的搅拌时间，应根据搅拌机的性能和拌合物的和易性确定。混凝土拌合物的最短搅拌时间，自材料全部进入搅拌鼓起，至拌合物开始出料止的连续搅拌时间，应符合表4.3.5的规定。搅拌最长时间不得超过最短时间的三倍。

混凝土拌合物最短搅拌时间

表 4.3.5

搅拌机容量		转速（转/min）	搅 拌 时 间（S）	
			低流动性混凝土	干硬性混凝土
自由式	400L	18	105	120
	800L	14	165	210
强制式	375L	38	90	100
	1500L	20	180	240

第 4.3.6 条 混凝土拌合物的运输，宜采用自卸机动车运输。当运距较远时，宜采用搅拌运输车运输。混凝土拌合物从搅拌机出料后，运至铺筑地点进行摊铺、振捣、做面，直至浇筑完毕的允许最长时间，由试验室根据水泥初凝时间及施工气温确定，并应符合表 4.3.6 的规定。

第 4.3.7 条 装运混凝土拌合物，不应漏浆，并应防止离析。夏季和冬季施工，必要时应有遮盖或保温措施。出料及铺筑时的卸料高度，不应超过 1.5m。当有明显离析时，应在铺筑时重新拌匀。

混凝土从搅拌机出料至浇筑完毕的允许最长时间

表 4.3.6

施 工 气 温	允许最长时间 (h)
50~10℃	2
10~20℃	1.5
20~30℃	1
30~35℃	0.75

第四节 混凝土拌合物的浇筑

第 4.4.1 条 模板宜采用钢模板。模板的制作与立模应符合下列规定：

一、钢模板的高度应与混凝土板厚度一致；

二、木模板应选用质地坚实，变形小，无腐朽、扭曲、裂纹的木料。模板厚度宜为 5cm，其高度应与混凝土板厚度一致。模板内侧面、顶面要刨光，拼缝紧密牢固，边角平整无缺；

三、模板高度的允许误差为±2mm。企口舌部或凹槽的长度允许误差：钢模板为±1mm，木模板为±2mm；

四、立模的平面位置与高程，应符合设计要求，并应支立准确稳固，接头紧密平顺，不得有离缝、前后错茬和高低不平等现象。模板接头和模板与基层接触处均不得漏浆。模板与混凝土接触的表面应涂隔离剂。

第 4.4.2 条 混凝土拌合物摊铺前，应对模板的间隔、高度、润滑、支撑稳定情况和基层的平整、润湿情况、以及钢筋的位置和传力杆装置等进行全面检查。

第 4.4.3 条 混凝土拌合物的摊铺，应符合下列规定：

一、混凝土板的厚度不大于 22 cm 时，可一次摊铺，大于 22cm 时，可分二次摊铺，下部厚度宜为总厚的五分之三；

二、摊铺厚度应考虑振实预留高度；

三、采用人工摊铺，应用锹反扣，严禁抛掷和耨耙，防止混凝土拌合物离析。

第 4.4.4 条 混凝土拌合物的振捣，应符合下列规定：

一、对厚度不大于 22cm 的混凝土板，靠边角应先用插入式振捣器顺序振捣，再用功率不小于 2.2 千瓦平板振捣器纵横交错全面振捣。纵横振捣时，应重叠 10~20cm，然后用振动梁振捣拖平。有钢筋的部位，振捣时应防止钢筋移位；

二、振捣器在每一位置振捣的持续时间，应以拌合物停止下沉、不再冒气泡并泛出水泥砂浆为准，并不宜过振。用平板式振捣器振捣时，不宜少于 15s；水灰比小于 0.45 时，不宜少于 30s。用插入式振捣器时，不宜少于 20s；

三、当采用插入式与平板式振捣器配合使用时，应先用插入式振捣器振捣，后用平板式振捣器振捣。分二次摊铺的，振捣上层混凝土拌合物时，插入式振捣器应插入下层混凝土拌合物 5cm，上层混凝土拌合物的振捣必须在下层混凝土拌合物初凝以前完成。插入式振捣器的移动间距不宜大于其作用半径的 1.5 倍，其至模板的距离不应大于振捣器作用半径的 0.5 倍，并应避免碰撞模板和钢筋；

四、振捣时应辅以人工找平，并应随时检查模板。如有下沉、变形或松动，应及时纠正。

第 4.4.5 条 干硬性混凝土搅拌时可先增大水灰比，浇筑后采用真空吸水工艺再将水灰比降低，以提高混凝土在未凝结硬化前的表层结构强度。

混凝土板真空吸水工艺应按本规范附录二的要求操作。

第 4.4.6 条 混凝土拌合物整平时，填补板面应选用碎（砾）石较细的混凝土拌合物，严禁用纯砂浆填补找平。经用振动梁整平后，可再用铁滚筒进一步整平。设有路拱时，应使用路拱成形板整平。整平时必须保持模板顶面整洁，接缝处板面平整。

第 4.4.7 条 混凝土板做面，应符合下列规定：

一、当烈日曝晒或干旱风吹时，做面宜在遮阴棚下进行；
二、做面前，应做好清边整缝，清除粘浆，修补掉边、缺角。
做面时严禁在面板混凝土上洒水、撒水泥粉；

三、做面宜分二次进行。先找平抹平；俟混凝土表面无泌水时，再作第二次抹平。混凝土板面应平整、密实；

四、抹平后沿横坡方向拉毛或采用机具压槽。公路和城市道路、厂矿道路的拉毛和压槽深度应为 $1\sim 2\text{mm}$ 。民航机场道面拉毛的平均纹理深度（填砂法）：跑道、高速出口滑行道不得小于 0.8mm ；滑行道、停机坪不得小于 0.4mm 。

第五节 钢筋设置

第 4.5.1 条 钢筋混凝土板钢筋网片的安放，应符合下列规定：

一、不得踩踏钢筋网片；

二、安放单层钢筋网片时，应在底部先摊铺一层混凝土拌合物，摊铺高度应按钢筋网片设计位置预加一定的沉落度。待钢筋网片安放就位后，再继续浇筑混凝土；

三、安放双层钢筋网片时，对厚度不大于 25cm 的板，上下两层钢筋网片可事先用架立筋扎成骨架后一次安放就位。厚度大于 25cm 的，上下两层钢筋网片应分两次安放。

第 4.5.2 条 安放角隅钢筋时，应先在安放钢筋的角隅处摊铺一层混凝土拌合物，摊铺高度应比钢筋设计位置预加一定的沉落度。角隅钢筋就位后，用混凝土拌合物压住。

第 4.5.3 条 安放边缘钢筋时，应先沿边缘铺筑一条混凝土拌合物，拍实至钢筋设置高度，然后安放边缘钢筋，在两端弯起处，用混凝土拌合物压住。

第六节 接缝施工

第 4.6.1 条 胀缝的施工，应符合下列规定：

一、胀缝应与路面中心线垂直；缝壁必须垂直；缝隙宽度必

须一致；缝中不得连浆。缝隙上部应浇灌填缝料，下部应设置胀缝板；

二、胀缝传力杆的活动端，可设在缝的一边或交错布置。固定后的传力杆必须平行于板面及路面中心线，其误差不得大于5mm。传力杆的固定，可采用顶头木模固定或支架固定安装的方法，并应符合下列规定：

1. 顶头木模固定传力杆安装方法，宜用于混凝土板不连续浇筑时设置的胀缝。传力杆长度的一半应穿过端头挡板，固定于外侧定位模板中。混凝土拌合物浇筑前应检查传力杆位置；浇筑时，应先摊铺下层混凝土拌合物用插入式振捣器振实，并应在校正传力杆位置后，再浇筑上层混凝土拌合物。浇筑邻板时应拆除顶头木模，并应设置胀缝板、木制嵌条和传力杆套管。（见图 4.6.1—1）；

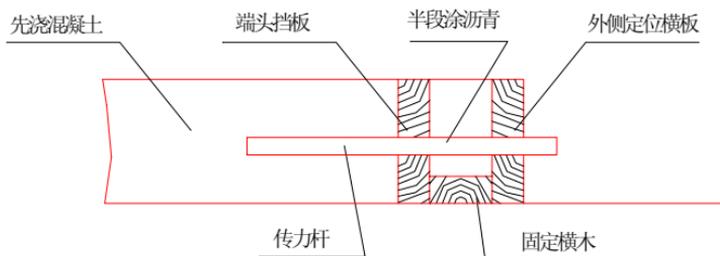


图 4.6.1—1 顶头木模固定传力杆安装图

2. 支架固定传力杆安装方法，宜用于混凝土板连续浇筑时设置的胀缝。传力杆长度的一半应穿过胀缝板和端头挡板，并应用钢筋支架固定就位。浇筑时应先检查传力杆位置，再在胀缝两侧摊铺混凝土拌合物至板面，振捣密实后，抽出端头挡板，空隙部份填补混凝土拌合物，并用插入式振捣器振实。（见图 4.6.1—2）。

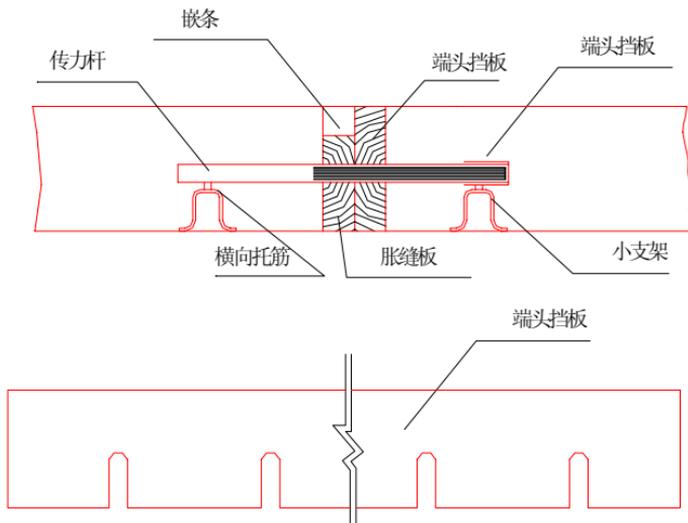


图 4.6.1—2 支架固定传力杆安装图

第 4.6.2 条 缩缝的施工方法，应采用切缝法。当受条件限制时，可采用压缝法。民航机场道面和高速公路必须采用切缝法。切缝法和压缝法的施工，应符合下列规定：

一、切缝法施工，当混凝土达到设计强度 25~30% 时，应采用切缝机进行切割。切缝用水冷却时，应防止切缝水渗入基层和土基。切缝机具及施工工艺应符合附录三的要求；

二、压缝法施工，当混凝土拌合物做面后，应立即用振动压缝刀压缝。当压至规定深度时，应提出压缝刀，用原浆修平缝槽，严禁另外调浆。然后，应放入铁制成木制嵌条，再次修平缝槽，待混凝土拌合物初凝前泌水后，取出嵌条，形成缝槽。

第 4.6.3 条 施工缝的位置宜与胀缝或缩缝设计位置吻合。施工缝应与路面中心线垂直；多车道路面及民航机场道面的施工缝应避免设在同一横断面上。施工缝传力杆长度的一半锚固于混凝土中，另一半应涂沥青，允许滑动。传力杆必须与缝壁垂直。

第 4.6.4 条 纵缝施工方法，应按纵缝设计要求确定，并应分别符合下列规定：

一、平缝纵缝，对已浇混凝土板的缝壁应涂刷沥青，并应避免

涂在拉杆上。浇筑邻板时，缝的上部应压成规定深度的缝槽；

二、企口缝纵缝，宜先浇筑混凝土板凹榫的一边；缝壁应涂刷沥青。浇筑邻板时应靠缝壁浇筑；

三、整幅浇筑纵缝的切缝或压缝，应符合本规范第 4.6.2 条规定。

纵缝设置拉杆时，拉杆应采用螺纹钢筋，并应设置在板厚中间。设置拉杆的纵缝模板，应预先根据拉杆的设计位置放样打眼。

第 4.6.5 条 混凝土板养护期满后，缝槽应及时填缝。在填缝前必须保持缝内清洁，防止砂石等杂物掉入缝内。常用的填缝料，可按本规范附录四选用。

第 4.6.6 条 填缝采用灌入式填缝的施工，应符合下列规定：

一、灌注填缝料必须在缝槽干燥状态下进行，填缝料应与混凝土缝壁粘附紧密不渗水；

二、填缝料的灌注深度宜为 3~4cm。当缝槽大于 3~4cm 时，可填入多孔柔性衬底材料。填缝料的灌注高度，夏天宜与板面平；冬天宜稍低于板面；

三、热灌填缝料加热时，应不断搅拌均匀，直至规定温度。当气温较低时，应用喷灯加热缝壁。施工完毕，应仔细检查填缝料与缝壁粘结情况，在有脱开处，应用喷灯小火烘烤，使其粘结紧密。

第 4.6.7 条 填缝采用预制嵌缝条的施工，应符合下列规定：

一、预制胀缝板嵌入前，缝壁应干燥，并应清除缝内杂物，使嵌缝条与缝壁紧密结合；

二、缩缝、纵缝、施工缝的预制嵌缝条，可在缝槽形成时嵌入。嵌缝条应顺直整齐。

第七节 混凝土板养护

第 4.7.1 条 混凝土板做面完毕，应及时养护。养护应根据

施工工地情况及条件，选用湿治养护和塑料薄膜养护等方法。

第 4.7.2 条 湿治养护应符合下列规定：

一、宜用草袋、草帘等，在混凝土终凝以后复盖于混凝土板表面，每天应均匀洒水，经常保持潮湿状态；

二、昼夜温差大的地区，混凝土板浇筑后三天内应采取保温措施，防止混凝土板产生收缩裂缝；

三、混凝土板在养护期间和填缝前，应禁止车辆通行。在达到设计强度的 40% 以后，方可允许行人通行；

四、养护时间应根据混凝土强度增长情况而定，一般宜为 14 ~ 21d。养护期满方可将复盖物清除，板面不得留有痕迹。

第 4.7.3 条 塑料薄膜养护应符合下列规定：

一、塑料薄膜溶液的配合比应由试验确定。薄膜溶剂一般具有易燃或有毒等特性，应做好贮运和安全生产工作；

二、塑料薄膜施工，宜采用喷洒法。当混凝土表面不见浮水和用手指压无痕迹时，应进行喷洒；

三、喷洒厚度宜以能形成薄膜为度。用量宜控制在每千克溶剂喷洒 3m^2 左右；

四、在高温、干燥、刮风时，在喷膜前后，应用遮阴棚加以遮盖；

五、养护期间应保护塑料薄膜的完整。当破裂时应立即修补。薄膜喷洒后三天内应禁止行人通行，养护期和填缝前禁止一切车辆行驶。

混凝土板塑料薄膜养护应符合本规范附录五的要求。

第 4.7.4 条 模板的拆除，应符合下列规定：

一、拆模时间应根据气温和混凝土强度增长情况确定，采用普通水泥时，一般允许拆模时间，应符合表 4.7.4 的规定；

二、拆模应仔细，不得损坏混凝土板的边、角，尽量保持模板完好。

第 4.7.5 条 混凝土板达到渗计强度时，可允许开放交通。当遇特殊情况需要提前开放交通时（不包括民航机场跑道和高速

混凝土板允许拆模时间

表 4.7.4

昼夜平均气温 (°C)	允许拆模时间 (h)
5	72
10	48
15	36
20	30
25	24
30 以上	18

注：①允许拆模时间，自混凝土成型后至开始拆模时计算。

②使用矿渣水泥时，允许拆模时间宜延长 50~100%。

公路)，混凝土板应达到设计强度 80% 以上，其车辆荷载不得大于设计荷载。混凝土板的强度，应以混凝土试块强度作为依据，也可按现行《钢筋混凝土工程施工及验收规范》中的温度、龄期对混凝土强度影响的规定执行。

第八节 冬季施工和夏季施工

第 4.8.1 条 冬季施工，根据当地多年气温资料，当室外日平均气温连续五天低于 5°C 时，混凝土板的施工应按冬季施工规定进行。

第 4.8.2 条 混凝土板冬季施工应符合下列规定：

一、混凝土板在抗折强度尚未达到 1.0MPa 或抗压强度尚未达到 5.0MPa 时，不得遭受冰冻；

二、冬季施工水泥应采用 425 号以上硅酸盐水泥或普通水泥，水灰比不应大于 0.45；

三、混凝土拌合物搅拌站应搭设工棚或其他挡风设备；

四、混凝土拌合物的浇筑温度不应低于 5°C。当气温在 0°C 以下或混凝土拌合物的浇筑温度低于 5°C 时，应将水加热搅拌

(砂、石料不加热)；如水加热仍达不到要求时，应将水和砂、石料都加热。加热搅拌时，水泥应最后投入：

五、材料加热应遵守下列规定：

1. 在任何情况下，水泥都不得加热；

2. 加热温度应为：混凝土拌合物不应超过 35°C ，水不应超过 60°C ，砂、石料不应超过 40°C ；

3. 水、砂、石料在搅拌前和混凝土拌合物出盘时，每台班至少测四次温度；室外气温每四小时测一次温度；混凝土板浇筑后的头两天内，应每隔六小时测一次温度；七天内每昼夜应至少测两次温度。

六、混凝土板浇筑时，基层应无冰冻，不积冰雪，模板及钢筋积有冰雪时，应清除。混凝土拌合物不得使用带有冰雪的砂、石料，且搅拌时间应比本规范第 4.3.5 条规定的时间适当延长；

七、混凝土拌合物的运输、摊铺、振捣、做面等工序，应紧密衔接，缩短工序间隔时间，减少热量损失；

八、混凝土板浇筑完毕开始做面前，应搭盖遮阴棚。混凝土终凝后，可改用草帘等保温材料复盖养护，洒水时应移去保温材料，洒水后复盖；

九、冬季养护时间不应少于 28d。允许拆模时间也应适当延长。

第 4.8.3 条 夏季施工，当混凝土拌合物温度在 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 时，混凝土板的施工应按夏季施工规定进行。

第 4.8.4 条 混凝土板夏季施工，应符合下列规定：

一、混凝土拌合物浇筑中应尽量缩短运输、摊铺、振捣、做面等工序时间，浇筑完毕应及时复盖、洒水养护；

二、搅拌站应有遮阴棚。模板和基层表面，在浇筑混凝土前应洒水湿润；

三、应注意天气预报，如遇阵雨，应暂停施工；

四、气温过高时，宜避开中午施工，可在夜间进行。

第九节 旧混凝土板加厚

第 4.9.1 条 旧混凝土板加厚，可采用结合式或隔离式。加厚前，应对旧混凝土板进行复查。对基础沉陷、翻浆，混凝土板翘曲、悬空等病害，以及已经形成结构损坏的混凝土板，应妥善处理，方能进行加厚施工。

第 4.9.2 条 采用结合式加厚施工，应符合下列规定：

一、旧混凝土板应凿毛，达到表面粗糙；

二、清除混凝土碎渣，用水冲洗洁净；

三、加厚混凝土板的分仓应与旧板完全一致，接缝必须重合。加厚混凝土板的横向缩缝和纵缝应分开。胀缝的宽度，应与原胀缝同宽；

四、支立模板，可采用混凝土块顶撑模板或利用旧板接缝钻孔插入钢钎，固定模板的方法；

五、浇筑新混凝土前应洒水湿润旧混凝土板，待凉干无积水时喷刷水泥砂浆。水泥砂浆水灰比宜为 0.4~0.5，水泥砂浆用量宜为 1.5~2.0kg/m²。喷刷水泥浆后应立即浇筑混凝土。

第 4.9.3 条 采用隔离式加厚施工，应符合下列规定：

一、隔离层的材料，可采用沥青砂、油毡、塑料布等。沥青砂厚度宜为 2cm；油毡和塑料布以摊平为度；

二、支立模板应符合本规范第 4.9.2 条第四款的规定。

第五章 水泥混凝土路面质量 检查和竣工验收

第一节 质量检查

第 5.1.1 条 混凝土用的水泥、砂、碎(砾)石、水、外加剂和钢筋等原材料,应按规定进行检查和试验,并应作好记录。

第 5.1.2 条 基层完成后,应检查强度和质最。基层强度应以基层顶面的当量回弹模量值或以黄河标准汽车测算回弹弯沉值作为强度检查指标,其值不得低于设计规定。基层质量检查,其允许误差,公路、城市道路、厂矿道路应符合表 5.1.2—1 的规定;民航机场道面、高速公路应符合表 5.1.2—2 的规定。

公路、城市道路、厂矿道路基层质量检查允许误差 表 5.1.2—1

项 目	允许误差	检验要求		检 验 方 法
		范围	点数	
当量回弹模量值 或计算回弹弯沉值	不小于设计要求	50m	2	现场实测
压 实 度	不小于规定要求	1000m ²	1	无骨料:用环刀法测定。 有骨料:用灌砂法测定。
厚 度	±10%	50m	1	用尺量
平 整 度	10mm	50m	1	用 3m 直尺
宽 度	不小于设计规定	50m	1	用尺量
纵 坡 高 程	±10mm	20m	1	用水准仪测量
横 坡	路面宽<9m	≤±1%	100m	用水准仪测量
	路面宽 9~15m	≤±1%	100m	
	路面宽>15m	≤±1%	100m	

注:压实度(单位重)以重型击实标准试验确定,石灰稳定土和工业废渣类为 93%;级配碎(砾)石掺石灰和水泥稳定砂砾为 97%。

民航机场道面、高速公路基层质量检查允许误差

表 5.1.2—2

项 目	允许误差	检验要求		检 验 方 法
		范围	点数	
当量回弹模量值 或计算回弹弯沉值	不小于设计要求	50m	2	现 场 实 测
压 实 度	不小于规定要求	500m ²	1	无骨料：用环刀法测定。 有骨料：用灌砂法测定。
厚 度	±10%	2000m ²	1	用尺量
平 整 度	10mm	1000m ²	1	用 3m 直尺
宽 度	不小于设计规定	50m	1	用尺量
纵 坡 高 程	±5mm	10m	1	用水准仪测量
横 坡	±0.5%			用水准仪测量

注：①压实度（单位重）以重型击实标准试验确定，石灰稳定土和工业废渣类为 93%；级配碎（砾）石掺石灰和水泥稳定砂砾为 97%。

②民航机场道面基层顶面，应铺垫石屑或中粗砂等坚硬材料找平层。

③横坡检验要求：民航机场道面：每 10m 长测一断面，横向测点间距≤10m。

高速公路：100m 长测一断面，路面宽<9m，横向测 3 点；路面宽 9~15m，横向测 5 点；路面宽>15m，横向测 7 点。

第 5.1.3 条 钢筋混凝土板的钢筋网片允许误差，应符合表 5.1.3 的规定。

钢筋网片的允许误差

表 5.1.3

项 目	允许误差 (mm)	检 查 方 法
钢筋网片的长度、宽度	±10	用尺量
钢筋网眼的尺寸	±10	用尺量
上下两网片的高度	±5	用水准仪检查垫块和钢筋表面
上下表面的保护层厚度	±5	用尺量
钢筋网片的平整度	±10	拉线用尺检查

第 5.1.4 条 混凝土的配合比、搅拌、模板、浇筑，以及接缝等，应在施工中按规定及时检查，并应做好记录。

第 5.1.5 条 混凝土抗折强度检验，应以 28d 龄期的计算抗折强度为标准，采用小梁试件方法测定，也可采用圆柱劈裂强度推算小梁抗折强度。当采用钻取圆芯检验的推算强度和小梁抗折强度时，应同时符合规定的强度要求。混凝土抗折强度检验，应符合下列规定：

一、应用正在摊铺的混凝土拌合物制作试件，试件的养护条件与现场混凝土板养护相同。

二、每天或铺筑 200m³ 混凝土（机场 400m³），应同时制作二组试件，龄期应分别为 7d 和 28d；每铺筑 1000 至 2000m³ 混凝土应增做一组试件，用于检查后期强度，龄期不应小于 90d；

三、当普通水泥混凝土的 7d 强度达不到 28d（换算成标准养护条件的强度）强度的 60%（矿渣水泥混凝土为 50%）时，应检查分析原因，并对混凝土的配合比作适当修正；

四、浇筑完成的混凝土板，应检验实际强度，可现场钻取圆柱试件，进行圆柱劈裂强度的试验，以圆柱劈裂强度推算小梁抗折强度。

混凝土抗压、抗折和劈裂抗拉强度试验及其劈裂强度与小梁抗折强度的计算关系式，应符合附录六的规定。

第二节 竣工验收

第 5.2.1 条 混凝土路面竣工后，应根据设计文件、竣工资料 and 施工单位提出的竣工验收报告，按国家有关规定组织进行验收。

第 5.2.2 条 竣工验收应提供下列资料：

- 一、设计文件和竣工资料；
- 二、竣工验收报告；
- 三、混凝土试件的试验报告；
- 四、混凝土工程施工和材料检查或材料试验记录；

五、基层检查记录；

六、工程重大问题处理文件。

第 5.2.3 条 混凝土板的工程质量验收允许误差，公路、城市道路、厂矿道路应符合表 5.2.3—1 的规定；民航机场道面、高速公路应符合表 5.2.3—2 的规定。

第 5.2.4 条 混凝土板面外观，不应有露石、蜂窝、麻面、裂缝、脱皮、啃边、掉角、印痕和轮迹等现象。接缝填缝应平实、粘结牢固和缝缘清洁整齐。

第 5.2.5 条 混凝土合格强度的评定，应视检验组数多寡，分别按下列条件评定。

一、试件组数大于五组（民航机场跑道、高速公路应大于 10 组）时；

1. 混凝土合格强度按下式计算：

$$\sigma = \alpha_s + K_\sigma$$

式中： σ ——混凝土合格强度（MPa）；

α_s ——混凝土设计计算强度（MPa）；

K ——合格评定系数，按表 5.2.5 采用；

评 定 合 格 系 数

表 5.2.5

n	5~9	10~14	15~24	≥ 25
K	0.35	0.45	0.55	0.65

σ ——强度均方差（MPa）。如工期长，试验结果有明显的标准偏差，且决定配合比强度时，是根据过去资料用标准偏差的，可用各自的标准偏差。

2. 任何一组试件的最小强度：公路、城市道路和厂矿道路试件组数大于 25 组时，每 25 组允许有一组强度小于 $0.85\alpha_s$ ，但不得小于 $0.75\alpha_s$ ；民航机场道面、高速公路不得小于 $0.85\alpha_s$ 。

二、公路、城市道路和厂矿道路试件组数等于或少于五组时；

公路、城市道路、厂矿道路混凝土板质量验收允许误差

表 5.2.3—1

验收项目	质量标准 and 允许误差	检验要求		检验方法
		范围	点数	
抗折强度	不小于规定合格强度	每天或每 200m ³ 每 1000~ 2000m ³	2 组 增 1 组	1. 小梁抗折试件 2. 现场钻圆柱体试件 作校核
纵缝顺直度	15mm	100m 缝 长	1	拉 20m 小线量取最大值
横缝顺直度	10mm	20 条缩缝	2 条	沿板宽拉线量取最大值
板边垂直度	±5mm, 胀缝板边 垂直度无误差	100m	2	沿板边垂直拉线量取最 大值
平整度	路面宽 < 9m	5mm	50m	用 3m 直尺连量三次, 取 最大三点平均值。
	路面宽 9~15m	5mm	50m	
	路面宽 > 15m	5mm	50m	
相邻板高差	±3mm	每条胀缝	2	用尺量
		20 条横缝 抽样 2 条	2	
纵坡高程	±10mm	20m	1	用水准仪测量
横 坡	路面宽 < 9m	±0.25%	100m	用水准仪测量
	路面宽 9~15m	±0.25%	100m	
	路面宽 > 15m	±0.25%	100m	
板厚度	±10mm	100m	2	用尺量或现场钻孔
板宽度	±20mm	100m	2	用尺量
板长度	±20mm	100m	2	用尺量, 两缩缝间板长
板面拉毛 压槽深度	1~2mm	100m	2 块	用尺量

验收项目	质量标准和允许误差	检验要求		检验方法	
		范围	点数		
抗折强度	不小于规定合格强度	每 400m ³ 每 1000~ 2000m ³	2 组 增1组	1. 小梁抗折试件 2. 现场钻圆柱体试件作校核	
纵缝顺直度	10mm	100m 缝长	1	拉 20m 小线量取最大值	
横缝顺直度	10mm	20 条缩缝	2 条	沿板宽拉线量取最大值	
板边垂直度	±5mm, 胀缝板边垂直度无误差	100m	2	沿板边垂直拉线量取最大值	
平整度	3mm			用 3m 直尺连量三次, 取最大三点平均值	
相邻板高差	±2mm	每条胀缝	2	用尺量	
		20 条横缝抽样 2 条	2		
纵坡高程	±5mm	20m	1	用水准仪测量	
横 坡	±0.15%			用水准仪测量	
板 厚 度	±5mm	100m	2	用尺量或现场钻孔	
板 宽 度	1/2000	100m	2	用尺量	
长 度	机 场	跑道全长 1/4000	量全长	2	按三级导线测量跑道全长
	高速公路	板长度±10mm	100m	2	用尺量两缩缝间板长
板面拉毛压槽	机场平均纹理深度	机场跑道、高速滑行道不得小于 0.80mm; 滑行道、停机坪不得小于 0.40mm	板块总数的 1/10。		用填砂法并测板对角的 两端和中间
	高速公路	拉毛和压槽深度 1~2mm	100m	2 块	用尺量

注：①平整度检验要求：民航机场道面，每 50m 长测一断面，横向测点间距 ≤ 10m。高速公路，每 50m 长测一断面，路面宽 < 9m，横向测 1 点；路面宽 9~15m，横向测 2 点；路面宽 > 15m，横向测 3 点。

②横坡检验要求：民航机场道面，每 10m 长测一断面，横向测点间距 ≤ 10m。高速公路，每 100m 长测一断面，路面宽 < 9m，横向测 3 点；路面宽 9~15m，横向测 5 点；路面宽 > 15m，横向测 7 点。

1. 试件平均强度不得小于 $1.05\alpha_s$;
2. 任一组最小强度不得小于 $0.85\alpha_s$ 。

第5.2.6条 工程完工后，施工负责单位，应对完工工程组织初验。在初验中，如发现有质量不符合设计要求而需要返工的工程，应及时返工。返工后重新检查验收。

第六章 安全生产

第6.0.1条 施工前应进行安全生产教育，树立安全生产、质量第一的思想。建立和健全安全生产的管理制度，制订安全生产操作规程，工地应有领导分管安全生产工作，班组应有负责安全生产的人员，并制订安全生产守则，经常检查执行情况。

第6.0.2条 施工现场必须做好交通安全工作。在不中断交通的情况下，应在施工现场设立明显标志，有专人守管和负责指挥，维持交通，确保施工和交通安全。

第6.0.3条 施工机电设备，应有专人负责保管修理，确保安全生产。

第6.0.4条 现场操作人员必须按规定配戴防护用品。有毒、易燃材料施工时，其防毒、防火等应按现行有关规定严格执行。

第6.0.5条 工地应有消防设施，并应处理好污水，做好环境保护工作。

附录一 混凝土配合比算例

某地修建水泥混凝土路面，混凝土板设计要求计算抗折强度为4.5MPa。采用425号普通水泥，碎石由5~20、20~40mm 二档级配，视比重为2.65，砂为中砂，视比重2.7。测得碎石的含水率为1.0%，砂的含水率为3.0%。掺用减水剂，要求坍落度1~2cm，试算混凝土的配合比。

(一) 选择水灰比

碎石混凝土水灰比按下列公式计算：

$$C = 0.46C_c \left(\frac{C}{W} - 0.52 \right)$$

式中： $\frac{C}{W}$ ——混凝土所要求灰水比值；

C ——混凝土试件抗压强度 MPa；

C_c ——水泥实际抗压强度 MPa。

注：水泥实际抗压强度，可用下式计算：

$$C_c = K_c C_s$$

式中： C_s ——水泥标号（抗压强度）；

K_c ——水泥标号富余系数。

水泥标号富余系数应按各地实际统计资料确定，无统计资料时，可取 $K_c = 1.13$ 试算。

混凝土抗折与抗压强度之间无一定对应关系，目前可参照附表1.1试配。

混凝土抗折与抗压强度参考表

附表1.1

混凝土28d 计算抗折强度 α_s (MPa)	4.0	4.5	5.0	5.5
混凝土28d 试件抗压强度 C (MPa)	25.0	30.0	35.5	40.0

取 $K_c=1.13$ ，代入公式

得 $C_0=42.5 \times 1.13=48.0$

$C=30.0 \times 1.15=34.5$

$\frac{C}{W}=2.08$ ，水灰比 $\frac{C}{W}=0.48$

(二) 单位用水量

根据骨料的**最大粒径40mm**，**坍落度为1~2cm**，单位经验用水量选用**160kg**，掺用减水剂，减水率取用**10%**，水灰比取用**0.46**。

实际单位用水量为： $160-16=144\text{kg}$ 。

(三) 单位水泥用量

根据已确定的水灰比和单位用水量，求得单位水泥用量 C 。

$C=\frac{144}{0.46}=313\text{kg}$

(四) 单位砂、石用量和混凝土理论配合比。

选用砂率**28%**计算砂和碎石的用量。

1. 按假定容重法

假定混凝土容重为**2400kg/m³**，则每立方米混凝土所需砂和碎石总质量为：

$2400-144-313=1943\text{kg}$ ；

其中：砂= $1943 \times 0.28=544\text{kg/m}^3$ ；

碎石= $1943-544=1399\text{kg/m}^3$ 。

按材料质量比表示为：

水泥:砂:碎石= $313:544:1399=1:1.74:4.47$

2. 按绝对体积法

每立方米混凝土中砂和碎石总体积为：

$$1000 - \left(\frac{313}{3} + \frac{144}{1} \right) = 755\text{L}$$

其中：砂 $=755 \times 2.70 \times 0.28 = 570 \text{kg/m}^3$ ；

碎石 $=755 \times 2.65 \times 0.72 = 1440 \text{kg/m}^3$ 。

按材料质量比表示为：

水泥：砂：碎石 $=313:570:1440=1:1.82:4.60$

两种方法计算结果接近，在试配中都可采用。根据以上配合比，经试配小梁抗折强度检验，如不符合设计强度要求，则进行调整，取调整后的配合比，作为理论配合比。

(五) 施工配合比

设混凝土理论配合比为水泥：砂：碎石 $=I: X: Y$ ，测得砂含水率为 W_x ，碎石含水率为 W_y ，则施工配合比为：

$I: X (1+W_x) : Y (1+W_y)$

取假定容重法的配合比数值为例，碎石的含水率为1.0%，砂的含水率为3.0%。计算每立方米混凝土的砂和碎石用量为：

砂 $=544 (1+0.03) = 560 \text{kg/m}^3$ ；

碎石 $=1399 (1+0.01) = 1413 \text{kg/m}^3$ ；

每立方米混凝土实际用水量为：

$144 - [(544 \times 0.03) + (1399 \times 0.01)] = 114 \text{kg/m}^3$ 。

施工配合比按材料质量比表示为：

水泥：砂：碎石 $=313:560:1413=1:1.79:4.51$ 。

附录二 混凝土板真空吸水工艺

(一) 真空吸水的作用

采用真空吸水工艺,可解决干硬性混凝土施工操作的困难,并可提高混凝土在未凝结硬化前的表层结构强度,能有效地防治表面缩裂和防冻等性能,缩短整平、抹面、拉毛、拆模工序的间隔时间,为混凝土施工机械化连续作业创造条件。

(二) 真空吸水设备

包括真空泵机组、气垫薄膜吸水装置和振动梁、抹光机等组成。

(三) 真空吸水施工

1. 采用真空吸水的混凝土拌合物,按设计配合比适当增大用水量,水灰比可为**0.48~0.55**之间,其它材料用量维持原设计不变;

2. 混凝土拌合物经振实整平后进行真空吸水。真空吸水时间(分钟)宜为板厚(厘米)的**1~1.5**倍,并应以剩余水灰比来检验真空吸水效果;

3. 真空吸水的作业深度不宜超过**30cm**;

4. 开机后真空度应逐渐增加,当达到要求的真空度(**500~600**毫米汞柱)开始正常出水后,真空度要保持均匀;结束吸水工作前,真空度应逐渐减弱,防止在混凝土内部留下出水通路,影响混凝土的密实度;

5. 混凝土板完成真空吸水作业后,用抹光机抹面,并进行拉毛或压槽等工作。

附录三 混凝土板切缝机具及施工工艺

(一) 切缝机具

切缝机具由切割、进刀、行走、定位导向和冷却五个部份组成。工作时由两台电动机带动，一台进行切割，一台行走移动。切缝机应有良好的静态和动态稳定性。转速、切速、冷却装置等都应符合切缝的工作要求。

(二) 切缝施工工艺

1. 切缝前应检查电源、水源及切缝机组试行运转的情况，切缝机刀片应与机身中心线成 90° 角，并应与切缝线成直线；

2. 开始切缝前，应调整刀片的进刀深度，切割时应随时调整刀片切割方向。停止切缝时，应先关闭旋扭开关，将刀片提升到混凝板面以上，停止运转；

3. 切缝时刀片冷却用水，水的压力不应低于 0.2MPa ；

4. 采用切缝机切缝的混凝土，宜采用425号以上普通水泥浇筑。碎石混凝土的最佳切割抗压强度为 $6.0\sim 12.0\text{MPa}$ ，砾石混凝土为 $9.0\sim 12.0\text{MPa}$ 。当气温突变时，应适当提早切缝时间，防止产生不规则裂缝；

5. 切缝后，应尽快灌注填缝料。

附录四 混凝土板接缝填缝料

(一) 灌入式填缝料

1. 聚氯乙烯胶泥

分工厂预先配制和现场临时调制两种：

①工厂配制的聚氯乙烯胶泥，为用橡胶煤沥青、聚氯乙烯树脂、硫磺、稳定剂等材料配制而成。在工厂整批配制，装桶储运使用。其使用性能，与混凝土有良好的粘结力，耐热、耐寒性能好，适用于寒冷地区和温热地区的缩缝和胀缝的上部。使用时缓缓加热至 130°C ，保持恒温 15min 并不断搅拌，灌注后冷却成型。加热最高温度不得超过 160°C ，否则树脂将炭化失效；

②现场调制的聚氯乙烯胶泥，为煤焦油、聚氯乙烯树脂、粉煤灰和二盐或三盐（稳定剂）等材料调制而成。必须在使用时，现场临时调制，调制好即用，不能久放。其使用性能，低温时性能好，常温、高温时粘结力差，适用于寒冷地区的缩缝和胀缝上部。使用时，先将脱水煤焦油倒入锅内，加热至 60°C 拌匀，再加入其他材料，边加边搅拌，加热至 140°C 后，恒温塑化 $10\sim 20\text{min}$ 即灌注。加热最高温度不得超过 150°C 。其材料和配合比可按照附表4.1使用。

聚氯乙烯胶泥(现场调制) 配合比(质量比)

附表 4.1

材料名称	脱水煤焦油	聚氯乙烯树脂	增塑剂	粉煤灰	二盐或三盐 (稳定剂)
配合比	100	9~11	15~25	30~50	0.5

2. 沥青橡胶

①沥青橡胶配合比及使用性能，可按照附表4.2使用。

②使用时将油—10沥青加热脱水，温度升到 $180\sim 220^{\circ}\text{C}$ ，加入柴油拌匀，再加入经预热的石粉和石棉粉的混合物，最后加入

沥青橡胶配合比(质量比)

附表 4.2

材料名称	配合比	性能及适用部位
油—10 石油沥青	55~60	粘结强度较好,回弹率和低温延伸率较差,适用于温热带地区的缩缝。
重柴油或轻柴油	10~20	
橡 胶 粉	10~15	
石棉粉或石棉短绒	4~6	
石 粉	10~15	

注;以重柴油较好,胀缝宜用石棉短绒。

橡胶粉,边加边搅拌,慢火升温到180~220℃,恒温1~1.5h,使具有较大流动性时,即可灌注。

(二) 预制嵌缝条

1. 胀缝板宜用软木板、木纤维板或沥青浸制的油毛毡压制而成,适用于胀缝的下半部分;

2. 沥青橡胶嵌缝条,采用沥青、石棉粉、石粉按比例配合压制成板条,适用于缩缝、纵缝及胀缝的上半部分。其配合比可按照附表4.3使用;

沥青橡胶嵌缝条配合比(质量比)

附表 4.3

沥 青 掺 配 成 份	掺配后沥青(%)	废橡胶粉(%)	石粉(%)	石棉粉短绒(%)	适用范围
油—10沥青(80%)+重(轻)柴油(20%)	50	25	20	石棉粉 5	缩 缝 纵 缝
油—10沥青(80%)+重(轻)柴油(20%)	50	20	20	石棉短绒 10	胀缝上半部

3. 有孔氯丁橡胶嵌缝条,采用氯丁橡胶原料,按设计图形用橡胶挤出机挤压成型,然后放在硫化罐内硫化而成,适用胀缝的上半部。

附录五 混凝土板塑料薄膜养护工艺

塑料薄膜养护是将几种化工原料按一定比例配制成油状溶液，用喷洒机具喷（或刷）在拉毛后的混凝土表面，等溶液中挥发物挥发后形成一层较坚韧的纸状薄膜，利用薄膜不透水的作用，将混凝土中的水化热和蒸发水大部分积蓄下来自行养护混凝土的方法。这种养护方法节约用水，在干旱地区或施工用水困难地区较为适用。

目前常用的为过氯乙稀树脂和氯偏乳液薄膜。

（一）过氯乙稀树脂

过氯乙稀树脂应选用粒细、色纯、容易溶解的白色蜂窝状颗粒。

1. 配合比可根据施工条件和气温情况，经试验确定。也可按照附表5.1配合比使用。

过氯乙稀树脂配合比(质量比)

附表 5.1

材料名称	过氯乙稀树脂	二辛脂 (增塑剂)	硬脂酸钡 (稳定剂)	粗苯 (溶剂)	醋酸丁脂 (助溶剂)
配合比	10	4	1	84	10

注：溶剂除粗苯外，甲苯、重苯、轻苯和轻重溶剂油等无机溶液均可作为溶剂。

2. 配制方法，应随配随用，调配时加料顺序为：①先将溶剂盛入木桶，边掺加过氯乙稀树脂边搅拌，当过氯乙稀树脂全部加入后，再搅拌10~20min；②加入稳定剂（硬脂酸钡）再搅拌；③加助溶剂（醋酸丁脂）或强溶剂，在寒冷地区或低温施工时，酌加丙酮搅拌；④最后加增塑剂（二辛脂或二丁脂）搅拌均匀，盖上木盖，每隔一小时左右搅拌一次，每次10~20min，直到树脂全部溶解（不含白色小颗粒，一般约3—5次）为止。调

配成的溶液静放24h，即可使用。如果24h后，过氯乙稀树脂仍未完全溶解，可加少量丙酮，不断搅拌，使其溶解。

3. 喷洒方法

①喷洒机具采用小型空压机和喷漆枪，先在混凝土板外试喷，待均匀后再进入混凝土板喷洒，喷液的压力宜0.5MPa。

②先喷洒板边，再逐条均匀喷洒，喷咀离混凝土板面20~30cm为宜。

(二) 氯偏乳液

氯偏乳液为抗离子水稳性较高，能与湿的混凝土连成一体，并形成一定的强度，无毒，无刺激味。

1. 配合比可按照附表5.2使用

氯偏乳液配合比(质量比)

附表 5.2

材料名称	氯乙稀	偏氯乙稀	烷基苯酚环 氧乙烷缩合物 (OP 乳化剂)	十六烷基 磺酸钠 (OP 乳化剂)	过硫 酸铵 (引发剂)	亚硫酸 氢钠 (还原剂)	水
配合比	30	70	1.5	4	0.3	0.2	100

注：水应为蒸馏水或无离子水。

2. 配制方法

乳液略呈酸性，应用塑料桶装运，不宜用金属桶。乳液在使用前应加磷酸三钠予以中和，磷酸三钠掺量，在拌匀后用试剂纸测定，PH值宜为7—8，乳液宜掺0.5%的磷酸三钠。中和后的氯偏乳液，在常温天气，应采用一份乳液，再掺1~3份的水稀释后使用。

3. 喷洒方法

①喷洒时间、喷洒机具及操作方法与过氯乙稀树脂薄膜相同。

②喷咀距混凝土板面的距离宜在30~60cm。第一次喷洒成无色透明后，应再喷一次，两次的喷洒移动方向应保持垂直，两次喷洒用量宜在10kg/m²（按一份乳液掺一份水计算）。

4. 贮存温度不宜低于0℃。

附录六 混凝土抗压、抗折和劈裂抗拉强度试验

抗压强度试验

(一) 试验目的

测定混凝土立方体试件的抗压极限强度，以确定混凝土抗压强度。

(二) 试验仪器

压力机或万能试验机，其负荷能力能满足试件破型吨位要求。精确度应在±2%以内，其量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的20%，也不大于全量程的80%。

(三) 试件

按混凝土碎（砾）石最大粒径和附表6.1选择试件尺寸。试件同龄期者为—组，每组3个，同条件制作和养护。标准养护条件为：温度20±3℃，相对湿度90%以上，龄斯28天。

(四) 试验步骤

1. 试件相对两面应平行，表面倾斜误差不得超过0.5mm，尺寸测量精确至1mm，并应据此计算试件的承压面积。

2. 将试件放置在压力机压板中心，其承压面应与成型时的顶面垂直，几何对中，接触均衡，以每秒600±400kPa的速度连续均匀加荷，当试件接近破坏而开始迅速变形时，停止调整试验机油门，直至试件损坏，记录破坏极限荷载。

(五) 试验结果计算

1. 试件的抗压强度C按下式计算：

$$C = \frac{P}{A} \times 10^4 (\text{Pa}) \quad (\text{附 6—1})$$

式中：C——试件抗压强度 (Pa)；

P——试件破坏时最大负荷 (**N**) (牛);

A——试件受压面积 (**cm²**)。

2. 取三个试件测定值的算术平均值为该组试件的抗压强度值,如三个试件中的任一个测定值与中值差值超过中值的15%时,取中值为测定值。如有两个测定值与中值的差值均超过15%时,则该组试测结果无效。

3. 混凝土抗压强度是以150×150×150mm 的立方体为标准试件,用其他尺寸的试件测定时,应按照附表6.1规定加以换算。

附表6.1

骨料最大粒径 (mm)	试件尺寸 (mm)	换 算 系 数
30	100×100×100	0. 95
40	150×150×150	1. 00
60	200×200×200	1. 05

抗折强度试验

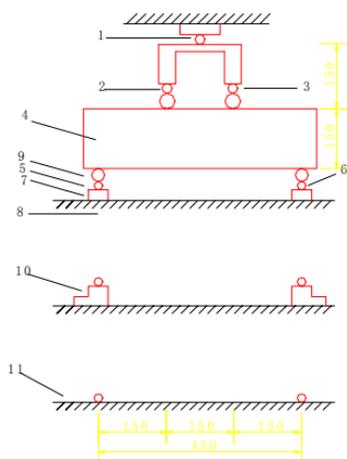
(一) 试验目的

测定混凝土抗折极限强度,以提供设计参数,检查混凝土施工质量。

(二) 试验仪器

1. 试验机——50~300kN 抗折试验机或万能试验机。最小读数为200N。

2. 抗折试验装置——三分点加荷和两点自由支承式混凝土抗折强度试验装置。如附图6.1。



- 图中 1.2.6—一个钢球；
 3.5—6两个钢球；
 4—试件；
 7—活动支座； 8—机台；
 9—活动船形垫块，共4块；
 10—一般压力机支座；
 11—简易平轴支座。

附图6.1 抗折试验装置图（尺寸单位：mm）

（三）试件

试件为 $150 \times 150 \times 550\text{mm}$ 直角棱柱体小梁，碎（砾）石最大粒径不超过 40mm ，标准养护条件同抗压强度试验。

（四）试验步骤

1. 试验前先检查试件，如试件中部三分之一长度内有蜂窝（如大于 $\Phi 7 \times 2\text{mm}$ ），该试件即作废，否则应在记录中注明。

2. 试件中部量出其宽度和高度，精确至 $\pm 1\text{mm}$ 。

3. 将试件妥放在支座上，其承压面与试件成型时顶面垂

直。缓加初荷1kN，检查调整以确保试件不扭动，接触无空隙，而后以每秒60±40KPa的加荷速度，均匀而连续地加荷，直至试件破坏，记录破坏极限荷载，检查并量度断面处。描述有关特征情况。

(五) 试验结果计算

1. 当断面发生在两个加荷点之间时，小梁抗折强度 α_b 按下式计算：

$$\alpha_b = \frac{PL}{bh^2} \times 10^4 (\text{Pa}) \quad (\text{附 6—2})$$

式中： P ——试件破坏时最大极限荷载 (N)；

L ——计算跨径，即两支点间距 (cm)；

b ——试件宽度 (cm)；

h ——试件高度 (cm)。

2. 如断面发生在两个加荷点外测，则该试件之结果无效。如同组中有两根试件之结果无效，则该组结果作废。断面位置在试件底面中轴线上量得。

3. 抗折强度测定值的计算及异常数据的取舍原则，同抗压强度试验。

圆柱体劈裂抗拉强度试验

(一) 试验目的

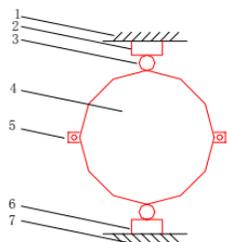
测定混凝土的劈裂抗拉极限强度，可根据抗折强度与劈裂抗拉强度的关系式推算混凝土的抗折强度。

(二) 试验仪器

1. 压力机与抗压强度试验的规定相同。

2. 钻孔取样机，取样直径 $D=150\text{mm}$ ，长度与路面厚度相同。

3. 劈裂夹具和木质三合板垫层（或纤维板垫层），如附图6.2。木质三合板宽度为20~25mm，厚3mm+0.2mm，长度不短于试件圆柱长，垫层不得重复使用。



- | | | |
|-----|-------------|------------|
| | 夹具钢垫条 | 劈裂夹具 |
| 图中: | 1.7—压力机压板 | 2.6—夹具钢垫条; |
| | 3—木质或纤维质垫层; | 4—试件; |
| | 5—侧杆; | |

附图6.2 混凝土劈裂抗拉试验装置示意图

(三) 试件

检验路面混凝土板强度，可现场随机选取混凝土板，在板中间部位钻孔取样，试件尺寸以直径150mm，高度与路面厚度相同，每组3个。试件的两端平面应与试件轴线成垂直，误差应不大于±1度，端部平面凹凸每100mm不超过5mm，承压线凹凸不应大于0.25mm。

(四) 试验步骤

1. 试验前将试件表面擦干，量出试件尺寸，精确至1mm。
2. 将劈裂夹具放在压力机上，放好下垫层，再将试件放入夹具内，放好上垫层，借助夹具两侧杆，将试件对中。
3. 开动压力机。当上压板与夹具垫条接近时，调整球座使接触均衡。压力加到5kN时，将夹具两侧杆抽出，以每秒钟60±40N的速度连续而均匀加荷，直至试件劈裂为止。

(五) 试验结果计算

1. 劈裂抗拉极限强度按下式计算

$$\alpha_c = 6370 \frac{P}{dh} \text{ (Pa)} \quad (\text{附 6—3})$$

式中： α_c ——混凝土劈裂抗拉极限强度 (Pa)；
 P ——试件破坏时最大荷载 (N)；
 d ——圆柱体试件的直径 (cm)；
 h ——圆柱体试件的高度 (cm)。

2. 劈裂抗拉极限强度测定值的计算及异常数据的取舍原则同抗压强度试验。

(六) 圆柱劈裂抗拉强度与小梁抗折强度的计算关系式，各地应通过现场试验取得。当无试验数值时，可采用下列计算关系式：

石灰岩、花岗岩碎石混凝土为：

$$\sigma_b = 1.868\alpha_c^{0.871} \text{ (MPa)}$$

玄武岩碎石混凝土为：

$$\sigma_b = 3.035\alpha_c^{0.423} \text{ (MPa)}$$

式中： σ_b ——混凝土小梁抗折强度 (MPa)；

α_c ——混凝土钻芯圆柱劈裂抗拉强度 (MPa)。

砾石混凝土强度相关性较差，各地应按上述测试方法，钻取圆柱体试件与标准小梁抗折强度试验得出强度关系式后试用。

附录七 计量单位的换算

计 量 单 位 换 算

附表 7.1

序号	量的名称	举例	原计量单位(米制)		国家法定计量单位(SI)		单位换算关系
			名称	符号	名称	符号	
1	质量(重量)	材料重、自重。	公斤	kg	千克(公斤)	kg	
2	力、重力	活载、静载作用力、吨位	吨〔力〕	tf	千牛〔吨〕	KN	1tf=9.80665kN 1kgf=9.80665N
			公斤〔力〕	kgf	牛〔吨〕	N	
3	压强	单位面积	吨〔力〕每平方米	tf/m ²	千牛〔吨〕每平方米(千帕)	KN/m ² (kPa)	1tf/m ² =9.80665kN/m ²
		压力	公斤〔力〕每平方米	kgf/m ²	牛〔吨〕每平方米(帕)	N/m ² (Pa)	kgf/m ² =9.80665N/m ² (Pa)
4	重力密度		吨〔力〕每立方米	tf/m ³	千牛〔吨〕每立方米	KN/m ³	单位体积物质所受的重力,称重力密度,简称重密
			公斤〔力〕每立方米	kgf/m ³	牛〔吨〕每立方米	N/m ³	
5	应力		吨〔力〕每平方米	tf/m ²	千牛〔吨〕每平方米(千帕)	KN/m ² (kPa)	1tf/m ² =9.80665kN/m ² (kPa)
			公斤〔力〕每平方厘米	kgf/cm ²	牛〔吨〕每平方米(兆帕)	N/mm ² (MPa)	1kgf/cm ² =0.0980665N/mm ² (MPa)
			公斤〔力〕每平方毫米	kgf/mm ²	牛〔吨〕每平方毫米(兆帕)	N/mm ² (MPa)	1kgf/mm ² =9.80665N/mm ² (MPa)
6	弹性模量	变形模量	公斤〔力〕每平方厘米	kgf/cm ²	牛〔吨〕每平方毫米(兆帕)	N/mm ² (MPa)	kgf/cm ² =0.0980665N/mm ² (MPa)

注：①工程上计算材料自重引起的力时，须乘以9.80665m/s²或乘以10m/s²。

②去掉方括号时为单位名称的全称，去掉方括号中的字时，即成为单位名称的简称。无方括号的单位名称，简称与全称同。圆括号中的名称与它前面的名称是同义词。

附录八 本规范用词说明

(一)对条文执行严格程度采用以下写法:

1. 表示很严格,非这样作不可的用词:

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作的用词:

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作的用词:

正面词采用“宜”或“可”,反面词采用“不宜”。

(二)条文中指定应按其他有关标准、规范的规定执行时,其一般写法为“应按……执行”或“应符合……的要求或规定”。

如非必须按所指定的标准、规范执行的,采用“可参照……”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主编单位：浙江省交通厅

参加单位：

广东省交通厅	同济大学
河北省交通厅	南京工学院
安徽省交通厅	交通部公路规划设计院
江苏省交通厅	交通部第二公路勘察设计院
北京市市政工程局	交通部第一公路工程局
上海市市政工程局	国家建材局人工晶体研究所
中国民用航空局	

主要起草人：徐启友

薛佩钿

龚欣思

汪银华