

苏联建筑工业科学技术学会

冬季掺用大量氯盐的混凝土

建筑工程出版社

序 言

苏联共产党第二十次代表大会关于苏联发展国民经济第六个五年计划的指示规定，必须大大缩短建筑工期，改善建筑质量，并降低成本，为此在冬季条件下的建筑工程中，也必须采取一系列的措施。

混凝土和钢筋混凝土工程的冬季施工，已经在建筑工程实践中得到广泛的采用，在这方面，我国已取得了巨大的成就。目前，一个新的重要的问题——关于冬季条件下调制和灌注掺用大量氯化盐掺料的冷混凝土的问题，已经得到了解决。近几年来，这种方法经过许多科学研究院的研究，并经过伏尔加-顿河运河建筑工程公司首次以实验方式采用成功，后来在运输建筑、住宅建筑、工业建筑和农村建筑中，都得到了成功的采用。

为了总结采用上述方法在严寒中灌注混凝土的经验，苏联建筑工业科学技术学会曾在1955年12月主持了有将近400名专家参加的会议，其中包括来自苏联48个城市的科学研究院和大学、设计和施工机构的工作人员。

会议听取了技术科学博士Б. Г. 斯科拉姆达耶夫教授的开幕词，以及工程师Е. К. 格拉宾斯基（第25建筑工程公司）、技术科学博士А. В. 萨达尔金（列宁格勒）、技术科学硕士Ф. М. 依凡诺夫（苏联道路科学研究院）、В. М. 美德维杰夫（国家水工结构物设计院）和М. А. 庫尔纳叶夫（中央试验室）等关于冷混凝土灌注经验的报告。

技术科学博士С. А. 米罗诺夫教授（石油工业学院）、В. Н. 锡佐夫（中央工业建筑科学研究院）、技术科学硕士В. Ф. 烏钦克夫（全苏施工组织 and 机械化科学研究院）、В. Э.

列依利赫（全苏石油建筑科学研究院）、化学科学碩士 H. H. 謝尔布—謝尔宾娜（苏联科学院物理化学研究所）、技术科学碩士 A. B. 米哈依洛夫（发明家协会科学研究所）和 A. B. 米哈依洛夫副教授（建筑科学研究院）等，曾报告了关于这方面的科学研究結果。

技术科学博士 И. А. 基列因科教授（基輔建筑工程学院）曾作了关于采用加热混凝土拌合物組成材料方法的冬季混凝土工程的报告。这个报告属于另一問題，因此未收入本書。

會議拟訂了“关于冬季条件下掺用大量氯盐掺料的混凝土的調制和应用的建議”。

在严格执行这一建議所述的要求下，除建議中所說明的情况外，这一方法还可能广泛应用于：混凝土溫度达 -20° 时所建造的混凝土构筑物，經常处于充水条件下的鋼筋混凝土結構与构筑物的水下和地下部分，以及工作在大气相对湿度不大于60%的干燥条件下的工业和民用建筑的鋼筋混凝土結構。會議沒有推荐在水位变化的地带和露天中采用掺大量盐类掺料的配筋混凝土。

苏联国家建設委员会認為，有必要把这一建議加以公布，并分发至各工地，以便在1956~1957年冬季实际采用。根据建議在冬季条件下进行实验性的混凝土灌筑后，将由苏联国家建設委员会审查这一建議，并可能批准为建筑工程中普遍应用的一项指示。

1956年，苏联建造部技术司批准了“关于在严寒中硬化的掺氯盐掺料的混凝土調制和应用的暂行指示”（И200-56），其中引用了會議所通过的有关严寒中混凝土灌筑經驗总结方面的各项建議。

會議通过了旨在进一步改善冬季条件下所完成的混凝土工程的決議。

認為必須使科学研究与实验性施工配合协作，并組織进一步总结关于冬季灌筑掺氯盐掺料混凝土的經驗。在科学研究院的計劃中必須包括：在露天預制場制作装配式鋼筋混凝土結構的工

作，在冬季条件下采用掺大量氯化盐掺料的混凝土进行填嵌装配式结构接头的工作，采用掺氯钙和氯化铝钙掺料以避免钢筋锈蚀（根据短期研究的结果），以及其他工作等。

苏联建筑工业科学技术学会中央理事会执行了会议的决议，出版了这本有关采用大量氯盐掺料的冬季混凝土工程的论文集，并列入了会议所通过的有关这一问题的建议。

目 录

序 言

混凝土和钢筋混凝土结构的冷混凝土灌注经验

..... E. K. 格拉宾斯基 (1)

冷混凝土和砂浆在铁路桥梁建筑中的应用

..... A. B. 薩达尔金 (14)

掺用大量氯盐掺料的混凝土在道路建筑中的应用

..... Ф. M. 伊凡諾夫 (25)

冷混凝土在水工建筑中的应用 B. M. 美德維杰夫 (31)

冷混凝土灌注经验的研究 M. A. 庫尔納叶夫 (37)

在严寒中硬化的混凝土 B. H. 錫佐夫 (44)

关于严寒中的混凝土灌注方面的研究 A. B. 米哈依洛夫 (52)

冬季条件下掺氯盐的混凝土的应用 C. A. 米罗諾夫 (61)

冻结土上的路面冷混凝土的灌注 A. B. 米哈依洛夫 (67)

混凝土中的水泥石在低温下硬化的物理化学特性

..... H. H. 謝尔布-謝尔宾娜、Ю. A. 薩弗維娜、B. C. 茹利娜 (74)

关于冬季条件下掺用大量氯盐的混凝土的调制与应用的建議

..... (94)

混凝土和鋼筋混凝土結構的

冷混凝土灌筑經驗

工程師 E. K. 格拉賓斯基

1950年，苏联建造部第25建筑工程公司曾在冬季混凝土砌筑和灌筑工作中首次采用了盐类掺料，在最初曾用蓄热法养护混凝土，后来曾采用不供热模板而把水加热，到最后又采用了不把材料加热的方法。

曾經采用氯盐掺料完成了50,000立方米以上的重要磚石結構，以及11,000立方米左右的各種混凝土和毛石混凝土結構。

曾經采用掺“盐类”的砂浆和混凝土完成了多层房屋的乱毛石与毛石混凝土基础和地下室墙、工业用鍋爐間烟道以及各種各样的混凝土結構。

根据不冻结砂浆与混凝土的試驗室研究和采用实践，第25建筑工程公司曾拟訂出与其他机构稍有不同的关于盐类掺料的某种配料方法。

其不同之点是在于采用盐类的水溶液，其中 CaCl_2 与 NaCl 的含量相等，或 NaCl 的含量稍大，正如試驗所証明的，这样就保证了混凝土的强度和耐久性，并在一定条件下，还可在建造配筋結構时采用冷混凝土灌筑法。

第25建筑工程公司的員工在进行了鋼筋混凝土构件的多次試驗室試驗和实验性混凝土灌筑后，就在1953年冬季在工业房屋用鋼筋混凝土框架、肋形楼盖、单独大梁、小梁和板材的制作中，开始进行了掺“盐类”的混凝土的生产性应用。

曾經在室外气温为 -4° 至 -33° 时，完成了2,300立方米以上的各种配筋結構(图1)。这些結構都曾經过定期的观察，因此在

目前可以作出关于已完工程結果的某些結論，并可以提出关于进一步采用掺大量氯盐掺料的混凝土的建議。

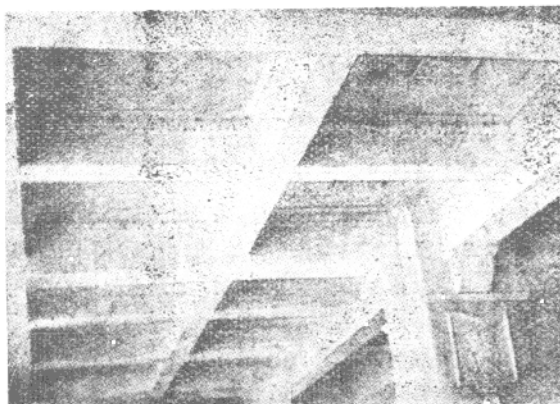


图 1 经过修整后的冷混凝土楼盖外貌

掺“盐类”的混凝土的硬化速度和强度取决于：水灰比、水泥活性和矿物組成、硬化溫度、盐类水溶液的濃度和配合比，以及組成材料的質量和顆粒級配。

第25建筑工程公司的經驗証明，冷混凝土的質量和性能在很大程度上取决于水泥的矿物組成。

在試驗室条件下，曾采用下列不同矿物組成的水泥制作試件，其中包括：克拉馬托尔斯克、阿姆弗罗西耶夫卡和諾沃罗西斯克工厂标号为300~500号的矽酸盐水泥，波德戈連斯克工厂标号为300号的矿渣矽酸盐水泥，諾沃罗西斯克工厂标号为400号的火山灰質水泥等。

在生产条件下，主要曾采用諾沃罗西斯克工厂的低鋁酸盐矽酸盐水泥，以及一部分阿姆弗罗西耶夫斯卡工厂的中鋁酸盐水泥，并且，对无筋結構还曾采用少量的矿渣矽酸盐水泥和火山灰質水泥。

采用标号不低于400号的塑化低鋁酸盐阿利特矽酸盐水泥时所获得的效果更好。

仅在制造无筋结构时才应允許采用火山灰質水泥。凡熟料中鋁酸三鈣含量在8%以上，或鋁鉄酸四鈣与鋁酸三鈣含量总计在22%以上的矽酸盐水泥，均不允許采用；矿渣矽酸盐水泥不宜用于无筋结构，并且根本不允許用于鋼筋混凝土结构。

在盐类掺料的任何用量下，采用C₃A含量在9~12%的矽酸盐水泥所調制的冷混凝土試件，当在严寒中养护三个月、并在正溫条件下繼續养护1~2个月後，通常都会破裂。这种現象說明了含水氣鋁酸鈣的高氯化物形式的生成，能使体积大大增長。在采用阿姆弗罗西耶夫斯卡工厂中鋁酸盐水泥所制成的某些混凝土结构中，曾观察到有大量的收縮性裂縫出現，因此，我們曾禁止在掺用大量盐类的混凝土中采用这种水泥。必須指出，在夏季采用这种水泥时，在許多情况下也曾引起混凝土结构的收縮率加剧，并曾出現裂縫。

关于掺用大量盐类掺料的混凝土的收縮性問題，在目前有許多相互矛盾的意見。某些研究人員認為，在任何条件下，冷混凝土都比普通混凝土的收縮率为大；而另一些研究人員則肯定說，掺氯化盐掺料的混凝土仅在正溫条件下硬化时会观察到其收縮率較大，而首先在严寒中硬化、然后在正常条件下硬化的混凝土，其收縮率并不超过普通混凝土。

第25建筑工程公司所进行的观察証明了，在負溫度下，冷混凝土的收縮率并不超过普通混凝土，但以后在正溫条件下硬化时，其收縮率便显著加剧。即使在夏季采用非塑化低鋁酸盐水泥时，往往也会观察到鋼筋混凝土结构中有少量的收縮性裂縫出現。如果采用塑化水泥，或在混凝土拌合物中掺入亞硫酸盐酒精廢液（掺量为水泥重量的0.2~0.3%），則冷混凝土便可不致收縮。

在冷混凝土中不宜采用矿渣矽酸盐水泥，因为这种混凝土的强度增長速度极慢，而抗冻性又較低。对冷混凝土配筋结构，根

本不允許采用矿渣矽酸盐水泥和火山灰質水泥，因为在这种情况下，鋼筋的銹蝕必然加剧。至于采用矽酸盐水泥所調制的冷混凝土，其强度增長的速度是：当水灰比在0.5至0.6的範圍內，并正确选择盐类掺料的掺量时，混凝土在头14天內一般可以达到30至40%的强度；在28天后可以达到60~75%的强度，并且，在80~90天的齡期，可以达到100%的强度或大于規定的强度。如果水灰比大于0.6，便会观察到混凝土的密实度略有降低，而且其硬化速度也将延緩。

冷混凝土在头10~15天內在急剧变化的气温条件下硬化时，其早期强度即将降低。如果实际温度和預測資料（据以选择盐类用量的資料）的偏差很大，則混凝土的面层就可能冻结。由于早期冻结的混凝土其保护层疏松多孔，这样就会为鋼筋銹蝕造成有利的条件。相反地，如果温度上升至 0° 以上，則掺盐类的混凝土的硬化速度，便将迅速增長。

冷混凝土的粗骨料应采用碎石，因为采用礫石会引起强度降低20~25%。

砂的平均粒徑应不小于0.3毫米，采用更細的砂，同样会引起冬季混凝土的强度大大降低。在生产条件下，我們曾采用細度模量为1.95至2.26的砂。

冷混凝土的强度及其性能，在很大程度上是决定于盐类溶液濃度的选择，以及盐类用量的比例。盐类掺料的濃度和用量，不应單純地根据混凝土中液相不冻结的条件确定，因为氯盐掺料是不能仅仅当作降低混凝土中水分冰点的手段的。

譬如，П. А. 列宾傑尔院士認為，在混凝土中掺入强电介質（氯化鈣和氯化鈉），是控制混凝土結構形成过程的方法之一。B. Э. 列依利赫、H. H. 謝尔布—謝尔宾娜和Ю. А. 薩弗維娜的研究工作指出，盐类掺料的作用是在于改变水泥熟料矿物質和水化物的溶解度，加强和加深化学分散过程以及新的化学化合物（决定水泥石結構和性能的化合物）的生成过程。

显然，今后即将确定能否由計算規定各种矿物組成的水泥所

需盐类掺料的最适宜用量，以便使制成的混凝土具有预先规定的性能。

但是在目前对这一问题还没有充分研究的条件下，单纯地依据冷混凝土头几天硬化期内的预期气温来确定盐类掺料的用量，而不考虑盐类与水泥熟料矿物质和与水化物的相互作用，这是不正确的。

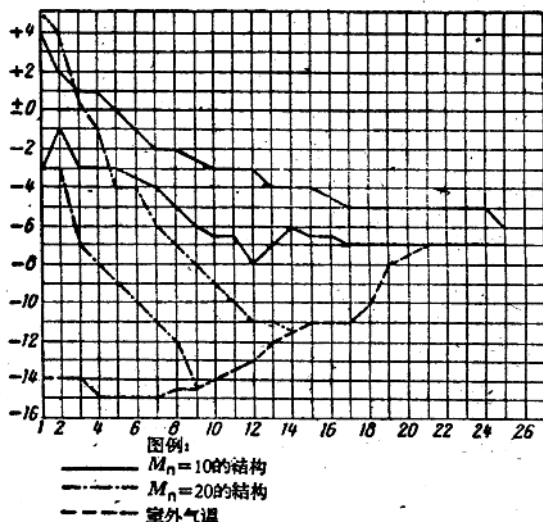


图 2 依冷混凝土初温而转移的各种厚大结构的温度变化

因此，不考虑所用水泥的矿物组成，就不能提出关于规定盐类掺料的肯定性的建议。

诺沃罗西斯克工厂低铝酸盐矽酸盐水泥的采用实践指出，在这种情况下，最适宜的用量是使盐类的比例相等，或使NaCl的比例稍大，这种用量可以保证混凝土得到足够的密实度和强度。对于其他水泥来说，掺料的用量应通过适当的试验室检验确定。

浇筑薄壁结构的混凝土时，盐类溶液的总浓度应根据预测混

凝土头10~15天硬化期内的预期逐日平均温度确定（由于细薄结构中混凝土的温度与室外气温的差别不大）。

依据结构厚大程度的增长情况，盐类溶液的浓度可稍微减低一些。

图2的曲线表明混凝土的初温和结构的表面系数对冷混凝土硬化温度的影响。

可见，不仅结构的厚大程度，而且混凝土灌注时的初温，对混凝土的温度及其硬化条件都有着很大的影响。考虑到这一点，就应该建议把水和盐类的水溶液加热，以便使混凝土在灌注时具有 $\pm 0^{\circ}$ 至 $+3^{\circ}$ 范围内的温度，并且，在任何情况下都不应低于零下 $5\sim 7^{\circ}$ 。当温度低于 -15° 时，必须采用热水调制混凝土。

对于诺沃罗西斯克工厂矽酸盐水泥所调制的混凝土，可建议依据室外气温和结构厚大程度，规定其盐类掺料的用量如下（见下表）。

依气温和结构厚大程度而转移的冷混凝土盐类掺料的用量

预测混凝土头10天硬化 期内逐日的平均温度 (度)	结构表面系数	盐类的浓度 (为拌和水的%)
		$\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$
从 ± 0 至 -5	<10	$6.0+0.0$
	>10	$3.0+3.0$
	>10	$4.0+3.0$
从 -6 至 -10	<10	$7.0+5.0$
	>10	$8.0+6.0$
从 -11 至 -15	<10	$8.0+8.0$
	>10	$9.0+9.0$
从 -16 至 -20	<10	$10.0+10.0$
	>10	$13.0+13.0$
从 -21 至 -25	<10	$13.0+13.0$
	>10	$15.0+15.0$

在一切情况下， CaCl_2 的含量均不应超过水泥重量的 $7\sim 8\%$ ，而 NaCl 的含量则不应超过 $9\sim 10\%$ 。

到现在为止，关于配筋结构能否采用掺大量氯盐掺料的混凝土的问题，仍未得到解决。

許多研究工作在这方面所进行的試驗結果，是极其矛盾的。譬如，Φ. М. 伊凡諾夫(苏联道路科学研究院)的試驗說明了，用20% CaCl_2 溶液所調制的多孔性水泥砂浆試件，在严寒中养护7天后，其中鍍光鋼筋的銹蝕情况非常严重。В. Ф. 烏欽克夫(全苏施工組織和机械化科学研究院)也同样观察到，掺用大量氯化鈣摻料的混凝土試件，其中鋼筋的銹蝕情况比較严重。这是完全合乎規律的，因为 CaCl_2 不仅会使鋼筋表面发生局部的流动电偶，而且还会使防腐处理薄膜(防止鋼筋銹蝕用的)发生破坏。

在第25建筑工程公司所完成的結構中也會观察到，当采用 CaCl_2 含量較大的摻料时，鋼筋上具有創伤性的銹蝕。

但是，如果采用 CaCl_2 和 NaCl 濃度相同的配料方法，特别是 NaCl 的濃度較大时，則情况便有所不同，因为氯化鈉可使混凝土液相中的PH值增大，在整个硬化期中它都具有硷性反应。在这种情况下，掺用两种成分的氯盐摻料的混凝土其中，鋼筋之所以发生銹蝕，是由于结构的保护层有透气性，并由于环境湿度的变化。

只有在鋼筋表面不平均受潮，或不平均地曝露于空气中时，才会发现表面銹蝕現象。

在溫度和湿度大致大变的操作条件下，即在水中或在大气相对湿度为30~65%的較干燥的环境中，凡用高質量冷混凝土所作的結構，其保护层具有正常的密实度和厚度时；即使盐类摻料的濃度較大，也并未观察到其中的鋼筋发生銹蝕。

1955年3月，苏联建造部專門委员会曾在В. Г. 斯克拉姆达耶夫教授、С. А. 米罗諾夫教授，技术科学碩士 В. Ә. 列依利赫、В. Н. 錫佐夫、М. И. 苏布包特金、Т. В. 魯別茨卡雅和 А. В. 米哈依洛夫副教授的参加下，对第25建筑工程公司在1953~1954年冬季所完成的掺“盐类”的混凝土配筋結構，进行了非常全面的研究。

曾經把各种結構的鋼筋切开25处，并在同一时期选取試件，

以便于确定混凝土中所掺用的盐类掺料。在所研究的结构中包括两处工业构筑物、柱子和肋形楼盖，这些结构都是用冷混凝土制作的，并且，房屋中的窗洞装配玻璃后已有一年，卷材屋面是在混凝土灌注后10个月施工的，因此，这些结构处在变化于30~100%范围内的大气湿度条件下，已经有一年左右。

在上述构筑物的柱子灌注混凝土时，以及在混凝土硬化的过程中，月平均温度均为负16~18°，并曾降低至负30~33°。

由于气候预测错误，灌注构筑物柱子的混凝土时，在水灰比为0.6和不掺亚硫酸盐酒精废液条件下，只掺用了CaCl₂ 3% + NaCl 7%，并在其他柱子中只掺用了CaCl₂ 2% + NaCl 5%（为水泥重量的百分比）。

由于实际气温与预测资料的偏差很大，因此盐类的掺量就不能保证混凝土外层不冻结，从而具有表面冻结的迹象。一到温暖季节，柱子上就出现了宽达1毫米的收缩性裂缝，其中有一部分裂缝是在纵向钢筋的布置区域。研究工作证明，由于保护层具有透气性，并由于环境湿度的变化，因此柱子中一部分钢筋具有许多斑点状的表面锈蚀现象。

根据委员会的结论，这些锈蚀迹象在收缩性裂缝经过填实的条件下，以及在干燥条件下继续使用结构时，都不致发生危险。这种意见是正确的，因为后来在1955年8月进行结构检查时（在收缩性裂缝填实后5个月），并未观察到锈蚀现象有进一步的发展。

同一构筑物的肋形楼盖，经在同一条件下完成，但所含掺料的用量为NaCl 10% + CaCl₂ 8%，当剖视楼盖钢筋时，曾发现其并无显著的锈蚀迹象，并且混凝土的密实度较高。

某一居住房屋的钢筋混凝土顶楼楼盖，经在头15天气温变化在-16°至-32°范围内的条件下，采用同一种盐类掺料完成，当剖视楼盖钢筋时表明，钢筋的表面完全净洁。

第25建筑工程公司多年来所进行的试验证明，当鉴定关于掺“盐类”的混凝土中钢筋锈蚀情况的研究结果时，必须考虑：钢

材試件的准备工作質量、水泥石的构造特点、混凝土的密实度和保护层的厚度以及試件的养护条件。

由于金屬加工缺陷所引起的金屬表面的划痕（一些細小有孔而肉眼所不能发现的划痕），銑光和磨光試件的锈蚀程度将会大大地提高。混凝土的密实度起着不小的作用，密实度决定于：盐类用量的选择、試件的养护条件、混凝土灌注工作的仔細程度以及水灰比。

在环境湿度变化的条件下，如果存在因收縮变形、灌注不密实或保护层冻透所引起的构造缺陷，則掺盐类的混凝土中的鋼筋锈蚀現象，必然加剧。

采用未經任何加工的标准鋼材作为試样，是最为适宜的，这样就可以更正确地鉴定鋼筋在自然状态中的锈蚀程度。同样必須注意研究在檢查鋼筋所用的試件破坏以前保护层中混凝土的状态。如果正确选择盐类掺料的用量，并保証保护层（不小于25~30毫米）中的混凝土具有正常的密实度和厚度，則冷混凝土便可用来建造在不变条件下或大气湿度不超过60%和在水下使用的各种配筋結構（預应力結構除外）。

必須簡略地談一談关于在生产条件下应用冷混凝土的某些特点。

在第25建筑工程公司的工地上，掺“盐类”混凝土配合比的选择是按普通方法进行的，而計算用水量則平均減少10%。在最初，曾采用0.6的水灰比調制混凝土，后来曾采用0.55的水灰比，而目前則采用0.5的水灰比（考虑骨料中所含的水分）。在严寒中硬化的混凝土的采用實踐証明，依据水灰比值的不同，可以得到各种不同的水化物。在試件和結構中，有时曾观察到 $B/U=0.6 \sim 0.65$ 的混凝土中有裂縫出現；而 $B/U=0.5 \sim 0.55$ 的混凝土，曾在类似条件下硬化，并采用相同的盐类用量，但并没有任何变形的迹象。在这种情况下，由于含水氯鋁酸鈣的高氯鋁酸盐形式的生成，因而将有裂縫出現，因为冷混凝土中的含水量較高是这种盐类形式生成的条件之一。配筋結構混凝土的标号，曾采用

140~200号的范围，无筋结构的混凝土曾采用90号，地坪垫层的混凝土曾采用50号。

配筋混凝土的水泥用量为270至320公斤/立方米，无筋结构为225公斤/立方米。混凝土拌合物的流动性用圆锥体塌落度表示：对薄壁钢筋混凝土结构采用5~7厘米。对梁和柱子采用3~5厘米，对无筋和少筋混凝土采用1~2厘米的范围。混凝土灌注时的温度为+5°至-10°；在室外温度为-15°及以下时，通常都把水和盐类的水溶液加热。

在生产条件下，盐类掺料的用量是在一定水灰比的条件下，按混凝土拌合机每拌所用水泥重量的百分比计算。

调制混凝土拌合物时，曾采用单独配制的一定浓度的盐类溶液。

混凝土拌合物是在4~5分钟的时间内拌制的，这样不仅可以改善混凝土的质量，并可保证砂中的细小冻结团块在盐类溶液中融化。砂曾在事先通过孔径为20×20毫米的筛。混凝土拌合物用不保温的自卸卡车运输。在降雪时，汽车车身加盖帆布，以避免在雪融化时破坏所采用的水灰比值和盐类的浓度。

混凝土是在事先清除冰雪的不供热模板中用震动法灌注。在灌注完毕后，把混凝土的外露表面用羊皮纸遮盖。配筋结构的保护层具有15至30毫米的厚度。

起初，在冷混凝土灌注后，对平面结构并未进行保温。1955年初，对这种结构曾用一层锯屑在羊皮纸上加以保温，这样就使混凝土的硬化条件得到改善，并提高了混凝土的质量。

如果气温下降至按气候预测所采用的计算范围以外，则必须采取措施加强保温层。

侧面模板通常在7天后，在混凝土达到25%强度后拆除。支承模板和支承脚手架平均在一个月后，即在混凝土达到规定强度的70%后拆除。如果硬化温度在-15°以下，则侧面模板应在15天后，在结构经过检查和消除混凝土保护层中所发现的缺陷以后拆除。

1953~1954年所完成的鋼筋混凝土結構，在工程交付使用後僅僅幾個月的時間，就用水泥漿加以修整。後來，在達到穩定的正溫後，就立即完成修整工作。

所有冷混凝土的調制和灌筑過程及其養護過程，均曾接受公司直屬技術人員和試驗室工作人員的監督。

關於鹽類溶液的濃度和配料的正確度，混凝土從拌合機中卸出時的溫度，混凝土在灌筑時和硬化過程中的溫度，以及混凝土拌合物的流動性和和易性，在每一工作班中至少都檢查兩次。

受力鋼筋保護層的厚度，應特別仔細地加以檢查。對硬化中的混凝土的溫度，在頭5天內在早晚各測量一次，並在以後10天內，每天測量一次。測量溫度時，在混凝土灌筑後立即在其中插入用屋面鐵皮所製成的管子，在管子中灌入調制混凝土用的鹽類溶液；管子用毡塞塞緊。

關於冷混凝土灌筑過程中的檢查資料，都曾記入公司試驗室的專門日志中。混凝土的質量是在每50立方米的已完成結構中選取三組混凝土試件，進行檢查。試件均與結構相似的條件下養護，並在試驗前4~6小時內在試驗室中養護。試驗在7、28和90天後進行。有幾組試件曾留待二年齡期時進行試驗。

必須指出，不加熱灌筑混凝土的方法是十分經濟有效的。第25建築工程公司工地各種冬季混凝土灌筑方法的成本分析證明，依據結構厚度程度和室外氣溫而轉移的冬季施工成本的增加額，蓄熱法平均為28至41%，蒸汽套加熱法為37至51%，電氣加熱法為24至40%的範圍。

灌筑冷混凝土時，有關摻鹽類的混凝土的調制和灌筑費用，僅為夏季混凝土成本的7至15%。

近幾年來，許多建築機構和科學研究機構所累積的經驗證明，冷混凝土灌筑方法應該在其他許多冬季施工方法中佔據一定的地位。

摻大量氯鹽的混凝土，在完成下列結構時可以有成效地單獨採用，或與蓄熱養護法結合採用：

1. 混凝土和毛石混凝土的基础和地下室墙，工业设备（经常传给混凝土以高于 $+55$ 至 60° 温度的联动机除外）的混凝土地基和基础，以及挡土墙和其他表面系数为3或以上的混凝土结构；

2. 温度和湿度不变条件下（在水中或在大气相对湿度为30至60%范围的条件下）的构筑物的现浇钢筋混凝土结构；

3. 冬季在露天预制场制作的基础和地下室墙的装配式砌块、分布板材和垫块、斜坡挡土板。

在支座灌浆以及浇灌钢筋混凝土结构的接头时，采用冷混凝土也是适宜的。

大家知道，装配式钢筋混凝土制件在经过通常所采用的16~20小时的蒸汽加热后，其混凝土可以达到不小于规定强度的60~70%。因此，冬季在露天预制场制作装配式结构，并在立式蒸汽加热室中进行蒸汽加热时，为了获得具有全部设计强度的制件，必须把混凝土的热处理时间大大加长。在这种情况下，在超额耗用蒸汽量的同时，仍将使制件的生产量大大降低。

为了提高冬季在露天预制场生产的制品的强度，第25建筑工程公司曾在混凝土拌合物中掺用了少量的 CaCl_2 和 NaCl 掺料。在这种情况下，采用标号为300号的矿渣硫酸盐水泥所制作的制件，通过20小时蒸汽加热后，即曾达到标号强度的90%左右。

后来，试验室的研究工作证明，采用水灰比为0.40和不加热材料、并拌入氯盐水溶液（以保证在开始加热前保持不冻结的液相）制成干硬性冷混凝土，就可以在同一时期内制成具有全部设计强度的制件。为了降低收缩率，应掺用为水泥重量0.2%的亚硫酸盐酒精废液掺料。

制件浇灌入模后，经过较小的加荷（30~35公斤/平方厘米）震动，然后在立式热处理室中（装有放热器），在 $50\sim 60^{\circ}$ 的温度下用干燥加热法进行热处理。

升温以4小时进行，然后以15小时继续恒温加热，此后即关闭放热器，使制品在封闭的室内冷却3小时，然后把室顶略微开启，使在1小时内逐渐冷却。这样，制件制作的整个循环时间即