

865346 - 097354

87804

BLY

水工建築物混凝土工程 冬季施工法

06.0346
BLY

蘇聯 維·弗·布拉耶夫斯基著

劉 洵 山譯



燃料工業出版社

46
Y

內 容 提 要

在這本小冊子裏研究了水工建築物在冬季條件下混凝土和鋼筋混凝土的施工和施工組織等問題，其中包括混凝土冬季施工基本方法並在某些地方用實例作了解釋。

這本小冊子可供水工建築的工程技術人員參考之用。

水工建築物混凝土工程冬季施工法

ЗИМНИЕ ВЕТСННЫЕ РАБОТЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

根據蘇聯國立建築工程與建築藝術出版社 (ГОС. ИЗД. ПИТ.
ПО СТРОИ. И АРХ.) 1953年莫斯科俄文第一版翻譯

蘇聯 В. Ф. БУЛАЕВСКИЙ 著

劉 洵 山 譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市書刊出版業營業許可證出字第012號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：孟慶沐 校對：匡文因

書號315 • 電135 • 787×1093毫米開本 • 24印張 • 59千字 • 印1—4,100冊

一九五四年十一月北京第一版第一次印刷

定價3,500元

86.5
B L

目 錄

引 言	3
第 一 章 在冬季條件下混凝土施工的特殊性	5
第 一 節 冬季時期	5
第 二 節 冬季條件下混凝土施工的基本問題	5
第 二 章 冬季時期混凝土硬化的情形	6
第 一 節 溫度對混凝土硬化的影響	6
第 二 節 混凝土硬化時的排熱	9
第 三 章 冬季條件下混凝土的成分	10
第 一 節 水泥	10
第 二 節 水灰比和補助原料	12
第 三 節 混凝土硬化促進劑	14
第 四 章 混凝土混合物的拌製	16
第 一 節 填料和水的計算溫度	16
第 二 節 混凝土混合物的計算溫度	18
第 三 節 水和填料的加熱法	20
第 四 節 對混凝土企業各個機構的保溫措施	24
第 五 節 鍋爐裝置	23
第 五 章 混凝土混合物的運送	27
第 一 節 對冬季運送的一般要求	27
第 二 節 用自動卸貨汽車、傳輸機和混凝土泵輸送混 凝土混合物	31
第 六 章 混凝土混合物澆製地點的準備	35
第 七 章 混凝土混合物澆製法	37

第 八 章	保 暖 法	39
第 一 節	保溫措施的選擇	39
第 二 節	混凝土冷卻的計算	41
第 三 節	保溫設備的構造	45
第 四 節	綜合法	50
第 九 章	混凝土蒸汽加熱法	51
第 十 章	混凝土的電氣加熱法	56
第十一章	暖棚中澆製混凝土	62
第十二章	溫度的檢查和殼板的撤除	63
附 錄		66

引 言

爲了實現黨和政府在我國建設強大的重工業的指示，建築家們已經於第一個五年計劃中，使基本建設獲得了高速發展。但是工程建築的季節性，確實影響了建築物開工的時間。

十七次黨代表大會上，根據建築工程上已經獲得的先進經驗，認爲有必要在所有建築事業中，都轉爲全年施工。

從這時起，我國建築事業的冬季施工得到了廣泛推行。

在混凝土工作量大的巨型水力工程建築中，消滅季節性是具有特別重大意義的。根據實驗室中研究的結果和在國內許多建築工程中的實際經驗，製訂了科學的論證，並實際考驗了在露天中能澆製混凝土混合物新方法，即所謂保暖法。

冬季混凝土施工的新方法的發明權和低溫中混凝土混合物的凝固理論的創作權，是屬於蘇聯的科學家和製造家們的。其中應當指出的有：布·格·斯克拉克拉達耶夫（В. Г. Скрамтаев），斯·阿·米拉諾夫（С. А. Миронов），姆·維·瓦威洛夫（М. В. Вавилов），伊·阿·基列揚果（И. А. Киреевко），伊·格·索瓦洛夫（И. Г. Совалов），維·恩·西索夫（В. Н. Сизов），恩·弗·霍奇阿洛夫（Н. Ф. Хоцнапов），斯·維·舍斯塔科夫（С. В. Шестопоров），維·姆·涅特威傑夫（В. М. Нетведов）等人。

以冬季澆製混凝土的數量而論，蘇聯佔了全世界的首位。特別在蘇聯的水力建築工程中，冬季澆製混凝土的數量更爲巨大。從1928年至1931年在第聶伯河建設工程上澆製了118萬立方公尺混凝土，其中183千立方公尺（佔15%）是在冬季條件下澆製的。一月份和二月份中，並未露天實行混凝土澆製工作，而在其餘冬季的月份中，對運送工程及澆製混凝土的地點都採用了保暖措施。這是初步接近了保暖法。真正做到了用保暖法澆製混凝土，還是在第聶伯河建設工程中

最後的一個冬季，而這僅僅是作為一個生產經驗來進行的。

從 1930 年到 1933 年，在斯維利水力發電站建設中（斯維利河下游水力發電站）澆製了混凝土 56 萬立方公尺，其中 10 萬立方公尺（佔 18%）是在零度以下澆製的。這是初次水力建築工程中混凝土混合物能在全部冬季進行澆製工作。第一個冬季有 3 萬立方公尺的混凝土工程只是在暖棚裏進行的。以後的各冬季裏混凝土工作，不僅在暖棚中進行，而且還使用了保暖法，同時為了研究這一方向，廣泛地作了檢驗。1933 年的冬天，為了取得經驗，在幾個不甚大的混凝土澆製體上採用了電氣烘培法。

從 1933 年至 1937 年建築莫斯科運河時，澆製了混凝土 2,957,000 立方公尺，其中在冬季條件下澆製了 745,000 立方公尺（佔 25%）。最後竣工的一年在冬季條件下完成了全年混凝土工作量的 63%。在這個建築工程中澆製混凝土混合物的基本方法採用了保暖法。在某些有很大表面係數的建築物上，同時還使用了蒸汽加熱法，但是在最後的一個冬季還使用了新穎的電氣烘培法——電熱暖板。

此後蘇聯大規模水力建築工程中混凝土作業的速度，已經不以季節為轉移，而僅僅決定於建築計劃了。

例如：（1949 年—1952 年）在伏爾加頓河水力建設工程上，僅僅在 1951 年冬季最後三個月裏就完成了混凝土工作 75 萬立方公尺（佔全部工程量的 23.5%）。這幾個月澆製混凝土晝夜平均量為 1951 年全年的晝夜平均量的 144%。

古比雪夫水力發電站的建設工程於 1952—1953 年的冬季開始了混凝土施工的例子，同樣證明了現代化水力工程中，在任何季節中均能依照規定的速度進行混凝土的施工。當實現世界上未曾有過的大規模的新工程建築時，冬季澆製混凝土的數量，將以成百萬的立方公尺計。

為了幫助青年專家們、大規模水力建築的工程師及技師們，這本小冊子特將混凝土冬季施工法予以基本介紹。

第一章 在冬季條件下混凝土施工的特殊性

第一節 冬 季 時 期

按照技術規定，由戶外溫度降低到零度時（晝夜最低溫度）起，就必須開始將攪拌混凝土用的水燒熱，並將澆製後混凝土外露的構架部分加以覆蓋。

在蘇聯大多數地方，入秋後的初次凍結，大約比穩定在 $+5^{\circ}$ 以下的晝夜平均溫度要早兩個星期。春季最後結束凍結，大約比穩定在 $+5^{\circ}$ 時的晝夜平均溫度要晚兩個星期。僅僅在蘇聯南部地區，特別在大陸氣候地帶中（中亞細亞），秋季第一次凍結，可能有的地方甚至比晝夜平均穩定的溫度 $+5^{\circ}$ 的轉變時期要早一個月，而春季的凍結期則可能延遲同樣的期間。

戶外的晝夜平均穩定溫度，轉變到 $+5^{\circ}$ 以下的日期和冬季時期內的負溫度，可從氣象台或是從研究氣候的手冊中得到。蘇聯某些城市這樣的氣溫資料，列舉於附錄1中。在這個附錄表中列舉了冬季時期平均開始日及終結日（戶外氣溫穩定在 $+5^{\circ}$ 之下），以及在冬季條件下混凝土施工時做熱力工程計算用的負溫度。對每個地方（依照多年的觀察）要以每月裏能停留五天以上最冷天氣的最低溫度，作為該地該月計算用的負溫度。

第二節 冬季條件下混凝土施工的基本問題

水力建築工程中，在冬季條件下進行混凝土工作，須要解決的基本問題的範圍，可以分成以下各項。

1. 冬季條件下混凝土的成分問題：

甲）選擇水泥，以能於早期硬化中保障最大速度增長混凝土的強度者為宜；

乙）選擇水灰比使之有減低的傾向；

丙) 選擇混凝土硬化補助促進劑。

2. 保證水泥工廠正常工作的各項措施:

甲) 填料在未送入工廠的料斗以前要預先加熱;

乙) 如果混凝土工廠, 本身沒有建築採暖設備時(臨時拆架式工廠), 則必須採取採暖措施;

丙) 在工廠內對水和填料的加熱;

丁) 工廠的採暖及某些需要溫暖的混凝土場房的採暖。

3. 保證運送工作正常的措施:

甲) 對運送工具的保溫;

乙) 保證不間斷的送料及澆製混凝土混合物。

4. 保證混凝土混合物澆製塊體及此後拆除殼板之前正常情況的措施:

甲) 澆製混凝土混合物的地方要防雪、防寒;

乙) 常新澆的混凝土尚未達到可以除去殼板的強度時要採暖。

選擇採暖的方法, 應以建築物的構造及地區條件為轉移。水力建築工程中最通用的有如下三項方法:

1) 採暖法, 就是使加熱的混凝土乾燥於採暖的模板中;

2) 蒸汽加熱法, 就是用蒸汽給建築物加熱的方法;

3) 電氣烘培法或是電氣加熱法, 就是以電流給建築物加熱的方法。

上述各個問題及各項措施, 即本書以下各章的內容。

第二章 冬季時期混凝土硬化的情形

第一節 溫度對混凝土硬化的影響

圍繞混凝土混合物的介體溫度, 對混凝土的凝結過程和凝結後的水泥漿硬化過程, 具有重大影響。如果溫度增高, 當水泥漿具有相當的濕度時, 則其凝結之開始期間即行提前, 同時凝結過程也將相當強

烈。

溫度對凝結過程的影響，附於表 1 中。

溫度對各種水泥凝結期限的關係

表 1

水泥種類及牌號	凝 結 期 限 用時、分計算	溫 度 (按 度 計 算)					
		0	+5	+15	+30	+50	+70
M-300 號普 通水泥	凝結開始	8—00	4—15	3—00	1—15	1—00	0—40
	凝結終結	25—35	14—40	6—10	3—45	2—00	0—55
	凝結的持續時間	17—35	9—55	3—10	2—00	1—00	0—15
帶有效矽酸性 加劑的 M-300 號普通水泥	凝結開始	9—50	6—50	2—25	1—45	0—45	0—40
	凝結終結	25—35	10—20	6—35	4—30	2—10	0—55
	凝結的持續時間	15—45	6—30	4—10	3—45	1—25	0—15

從表中可以看出，增高溫度由 15° 到 70° 時，凝結開始則提前到 4—5 倍，而凝結的持續時間則縮短 12—14 倍。相反地，溫度減低到 0° 時，凝結開始則延遲到 3—4 倍，而凝結的持續時間則增加到 4—6 倍。

增高周圍的介體溫度時，混凝土硬化的速度也將隨之而增加。由 +0° 到 +35° 混凝土硬化的溫度與不滿月的混凝土方塊體強度的關係，見曲線圖表（圖 1 和圖 2）。這圖表是根據多次試驗的資料製成的。

周圍的介體溫度降低到 0° 以下時，混凝土混合物中的水份與接近 0° 的各種不同的負溫度中結成爲冰。

當水由液體變爲固體之後，水泥漿的凝結過程即行停止。

水泥水化作用^①的性能於融化後尚能保持原狀，但是結冰^②所膠

① 水與物質化合而起的化學反應，叫 水化作用。這個反應與水 作用的區別是：與水化合的物質並不分解。

脹起來的水則能破壞混凝土混合物的結構。結了冰的水在骨料表面上
 積成薄冰層，當其融化時，則減低填料與水泥溶液之間的凝聚性。

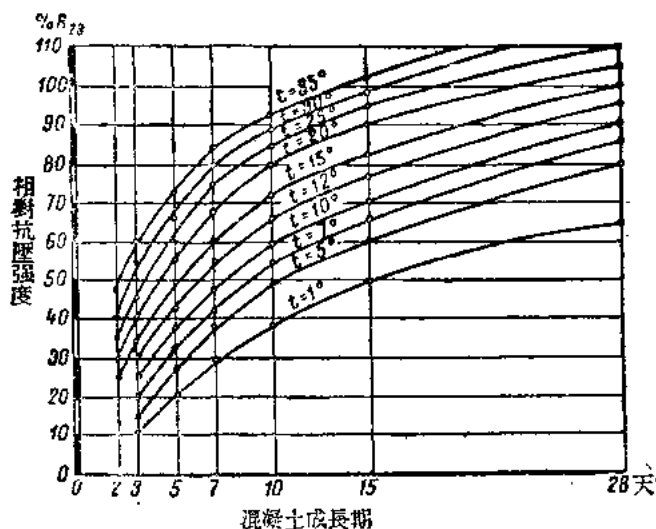


圖1 以普通水泥拌製的混凝土從 $+1^{\circ}$ 到 $+35^{\circ}$ 溫度時的變化情形

正如經驗證明的先行早期凍結而後又於正常的條件下硬化了的混
 凝土，其透水性則大為增加。所以要求高度防水性的水力建築工程的
 混凝土，早期凍結是特別危險的。

多次融化和凍結（可能發生在冬天經常有冰雪融化的天氣裏），
 能極端危害於早期凍結的混凝土的密度和強度，並可導致損害，甚至
 破壞建築工程。

同時應該注意到，混凝土的凍結能減低混凝土與鋼筋的結合力。
 在鋼筋表面上的薄冰層，幾乎完全能破壞澆製後而立即凍結的混凝土
 與鋼筋的結合力。由此可見，對鋼筋混凝土的水力建築工程，必須細
 心的預防早期凍結。

在現行技術規範中，增補了冬季時期混凝土養護的要求，即：

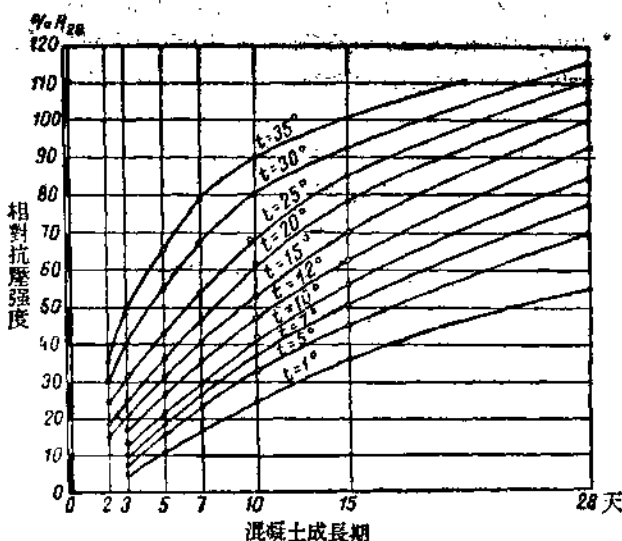


圖2 用水力加劑的普通水泥拌製的混凝土從 $+1^{\circ}$ 到 $+35^{\circ}$ 溫度時的硬化情形

在適合的熱濕度條件下，使混凝土乾燥，直至混凝土的強度能容許，拆除模板為止，但不得低於混凝土在正常條件下一個月中硬化強度的50%。根據試驗的資料，用普通水泥拌製的混凝土，一般能達到這樣的強度時，不能早於5—7天，至於用帶有效的矽酸性加劑的普通水泥，而達到這樣強度時，則不能早於15天。

第二節 混凝土硬化時的排熱

所有各種水泥，當其凝結與硬化時均能排熱，這對於冬季時期中澆製混凝土混合物是具有重大意義的。愈是有效性的水泥，當其水化時，則排熱量愈大。此外總熱量及排熱速度，是與建築物體積、混凝土的原始溫度、模板溫度、鋼筋溫度、氣溫以及澆製混凝土混合物的速度有關。

水泥並不是在停止澆製以後立即開始排熱，因此，在最初的6—8小時以內，事實上在混凝土混合物內還不能有散熱情況時，這是比較最危險的，所以要求施工者運用特別措施保護混凝土混合物以防冷卻。

計算混凝土建築工程硬化和保溫設備的條件時，必須估計到排熱。在一定的時間內，每一公斤水泥所排的熱量（以大卡計算）列於表2中。

每一公斤水泥所排熱量。以大卡計算 表2

水 泥 名 稱	水泥牌號	混凝土硬化期限 (以晝夜計算)		
		3	7	28
可溶礬土水泥	500—600	90	95	100
普通水泥	600	45	60	85
普通水泥	500	40	50	75
普通水泥	400	30	40	60
普通水泥	300	25	30	45
帶有效矽酸性加劑的普通水泥	400	25	35	55
帶有效矽酸性加劑的普通水泥	300	20	25	40
帶有效矽加劑的普通水泥	300	15	25	40
硫磺水泥	300	20	25	40

註解：本表係製適用於混凝土硬化平均溫度在 $+15^{\circ}$ 時。當平均的溫度在 $+7^{\circ}$ 至 $+10^{\circ}$ 時候，應採用表中數值的60—70%。

第三章 冬季條件下混凝土的成分

第一節 水 泥

冬季條件下，為了使混凝土能很快的達到所需強度，以及最大限度地節約水泥起見，對混凝土混合物的成分，適於冬季條件之選擇，

應當予以特別的注意。

空氣溫度的下降，足以遲延水泥凝結的期限，特別對於有效性小而加有加劑的水泥更為嚴重。因此，冬季的混凝土作業中宜於使用有效性較高排熱量較大的水泥，以便於混凝土混合物硬化時得到較高的溫度。

基本礦物中作為普通水泥塊填料成分的鋁酸鈣（ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ），能很快地結合，並強烈地排出熱量。含有鋁酸鈣成分多的水泥，屬於快速硬化之類，一般只適用於空氣乾燥環境中的建築物中。

對於水力建築物用的混凝土來說，水泥塊中鋁酸鈣的含有量，根據下述原因，要受到一定限制：

1) 對於水力建築物大塊的混凝土，必須限制其排熱，以免發生過乾緊縮而造成的裂紋；

2) 水泥塊中含有大量（5—8%以上）鋁酸鈣時，能降低水泥磚的抗凍性，甚至在某些情況下，當濕潤程度經常變換時，還可以降低混凝土的耐久性。

因此，水泥塊中鋁酸鈣的含量，應受到不使其超過5—6%的限制。

大規模水力建築物中，以現代化高速度進行混凝土工作的經驗及複雜的混凝土作業的經驗，說明了水泥品種及牌號的數量應予相當限制。

例如：在伏爾加頓河建設工程中，總共使用了同一牌號的兩種水泥。因此，大規模的工程中，在冬季條件下，同樣使用夏季用的同一種水泥。冬季時期中，僅僅可能把混凝土混合物的成分作某些變換，特別要變換促進混凝土硬化的加劑。高熱的或者是特別的水泥，只可以適用在個別情況下，而用的數量並不大。

如此，露天澆製輕薄鋼筋混凝土結構物時，最好使用礬土水泥或是具有高度有效性的普通水泥。

冬季給薄的建築物澆製混凝土，同時並採用蒸汽加熱法和電氣加熱法加熱時，則不准使用礬土水泥。在這種情況下，可以使用帶有效

性矽酸加劑的普通水泥和保證在高溫度的周圍環境中比普通水泥增加強度較快的爐渣水泥。

第二節 水灰比和補助原料

水灰比，就是對一定成分的混凝土所採用的水重對水泥重的比率。這個比率對混凝土的強度具有很大大影響。增加水灰比，一般的混凝土的強度就要降低。在冬季工作中若是降低水灰比，可能增高混凝土的強度，特別是對早期混凝土更為有效，並且可以使它對嚴寒的作用不太敏感。

為了降低水灰比時加強混凝土混合物的流動性起見，在水力建築物的混凝土成分中，需加以可塑性的加劑。這些加劑同時還能改善混凝土的技術性能——抗凍性和防水性。

在水力建築物上比較最廣泛使用的可塑性的加劑，就是亞硫酸鹽酒精糟，這是製紙工業生產中的廢料。

以亞硫酸鹽酒精糟作為混凝土混合物的塑料的研究，曾在蘇聯很多實驗室中研究過。在斯大林獎金獲得者斯·維·舍斯塔別洛夫^①領導下的道路科學研究所，為了亞硫酸鹽酒精糟對水泥及混凝土所起的作用，進行了較多的研究工作。

亞硫酸鹽酒精糟所起的塑料作用，它能在水泥小粒的表面上構成膠粘狀的薄層，而排除了小粒之間的互相尋結。這樣就增加了混凝土混合物的流動性，並改善了澆製的條件。

按照伏爾加頓河建築工程的資料，使用亞硫酸鹽酒精糟加劑，使水泥結合期限大約延長了兩倍，並在第一晝夜裏放慢了其強度的增長，但是，如能準確的選擇加劑比率，則並不影響將來強度的增長。這就有可能澆製大量的（混凝土）塊體，對水力建築物，特別在冬季是很重要的。

最近幾年內，我們大規模的水力建築物建設中，廣泛地使用亞硫

① 斯·維·舍斯塔別洛夫等著《加塑料的水泥混凝土》，道路出版社1953年莫斯科版。

酸鹽酒精糟加劑（斯維利河上游水力發電站，列寧伏爾加頓河運河、奇爾奇克建築工程及其他建築工程等）。

按照伏爾加頓河工程建設的資料，加用水泥重量的0.1—0.2%（以乾亞硫酸鹽酒精糟計算）亞硫酸鹽酒精糟的加劑，可能降低水灰比0.04—0.05，同時於建築工程上還可以降低一些水泥用量。伏爾加頓河工程建設中，用亞硫酸鹽酒精糟補料澆製混凝土的地方，大約佔全部澆製混凝土工程的50%。

加亞硫酸鹽酒精糟是在水泥工廠於細磨水泥時，或是在工地上把水溶液亞硫酸鹽酒精糟直接放入混凝土攪拌機中，使之拌合一起。後一方法在伏爾加頓河及里雅利河兩個建築工程中，是這樣向實地運用的。

一般使用亞硫酸鹽酒精糟的數量，佔水泥重量的0.1—0.2%。按照技術上的規範，准許給拌製水力建築物混凝土用的水泥中放入水泥重量0.25%以下的亞硫酸鹽酒精糟（以乾酒精計算）。

因為增加亞硫酸鹽酒精糟的數量超過上述限制時，水泥可以嚴重降低混凝土的質量，所以使用藥料的加劑時，要特別仔細檢查混凝土的拌製工作。

按照伏爾加頓河工程建設的經驗，在低溫中加亞硫酸鹽酒精糟加劑於混凝土中，則降低早期的混凝土的一些強度。

為了保證水力建築物中接觸水面的各部（水力建築物的水下部分和地下部分），以及在工程內部（例如：保護外殼板下澆製的混凝土）的混凝土使之對淡水及某些礦山水的作用增加抵抗力起見，在普通水泥中加以液體矽酸性加劑（矽藻土和火山石灰等）。

為了使混凝土在保持水力工程所需密度和不透水性的條件下，減少水泥用量及縮小排熱量起見，在普通水泥中加以微細填充料，例如：精磨的石英砂。在1933年—1940年伏爾加河建築工程中，初次使用細磨的石英砂作為加劑。

按照技術上的規定，准許把這兩種加劑用於水力建築物中水下的、地下的及工程內部的混凝土中。在這種情況下，使用液體矽酸性

加劑時，准許使用拌合好的混凝土全重量的 25% 以內，使用微粒填充料則為 35% 以內。對於水力建築物的水上部分使用加劑的總量不應超過 15%。在水位變化無常的地帶上，由於混凝土多次凍結及融化而降低了它的抵抗性能的關係，在水泥中同時使用兩種加劑，按技術上的規定是不准許的。

第三節 混凝土硬化促進劑

給水泥中加以化學加劑，乃是早期的混凝土加速硬化的方法之一。

在蘇聯普遍地進行了多次促進劑加劑的研究，如：氯化鈣，鹽酸，食鹽，氯化鉍，耐水漂白粉及其他。但目前這些加劑中，僅有氯化鈣 CaCl_2 一種在冬季凍裂混凝土中得到了實際應用，並在現行技術規範中得到了推薦。

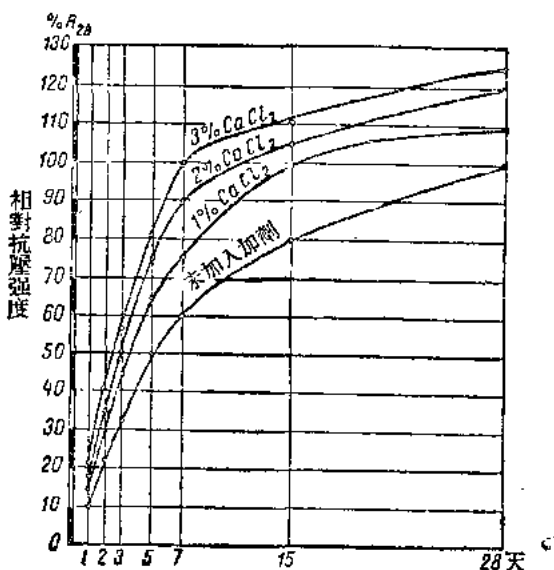


圖3 用普通水泥拌製的混凝土加氯化鈣和未加加劑的強度

氯化鈣在普通水泥中對正常條件下硬化的早期混凝土增加強度的作用，可以鑑定在曲線圖表 3 中。

在圖表中可以看到，未加氯化鈣加劑的混凝土，其技術規範所要求的強度為混凝土一個月的強度的 50% 經過五個晝夜即可達成。加以水泥重量的 1% 的氯化鈣時，同一強度，則經過 $3\frac{1}{2}$ 晝夜即可達成，如果加以 2% 和 3% 氯化鈣時，相應地經過 3 晝夜及 $2\frac{1}{2}$ 晝夜，即可達成此強度。因此，給普通水泥拌製的混凝土加以 3% 氯化鈣加劑，則其達成所需強度的速度即增至 2 倍。

氯化鈣加劑在帶有效性矽酸補料的水泥所拌製的混凝土中，其效率更大。

加以氯化鈣加劑的混凝土硬化速度的效率，在低溫中則增大，而提高溫度時則減小。

氯化鈣加劑可以降低混合物的凍結溫度。用未加促進劑的水泥拌製的混凝土中，其水份大約於零下兩度時即可凍結。加以 3% 氯化鈣加劑的混凝土，其水份約於零下五度左右凍結。

因此，在春季或者是秋季過渡時期中，當戶外溫度的變化範圍由 $+5^{\circ}$ 至 -5° 時，加以 2—3% 的氯化鈣加劑，則可以不必完全改為冬季的工作條件，而順利的進行混凝土澆製工作。

使用氯化鈣應當注意的是把氯化鈣加入混凝土混合物中，則相當加快了水泥的結合期限（給普通水泥中加以 1.5% 氯化鈣，在正常溫度下，其開始結合的期限要減低到 2.5 倍）。這對給澆製混凝土混合物的工作造成了很大的困難，而使澆製混凝土塊的面積受到限制，而這在水力建築物中，又不是經常都可以容許的。

因為加入大量的氯化鈣，可以腐蝕鋼筋，所以在技術上的規定，對一般的鋼筋構築澆製的混凝土，限制了氯化鈣的加入量為 2%，但對鋼筋少的及沒有鋼筋的限制為 3%。在伏爾加頓河建築工程中，氯化鈣加劑的數量為 2%，所以在冬季條件下，很順利地在土壤斜坡的底座上和給運河做砌面時澆製了混凝土混合物。

冬季澆製混凝土加入水泥中的其他化學加劑，應當指出的還有鹽