

混凝土外加剂

〔英〕 M.R. 里克索姆等



人 民 交 通 出 版 社

13255

TU529*2

44.44

混凝土外加剂

〔英〕 M.R. 里克索姆等

郑 法 学 译
潘 千 里 校

人 民 交 通 出 版 社

2437

内 容 提 要

本书为英国水泥外加剂协会编辑出版,介绍英国生产和使用的混凝土和砂浆外加剂的基本情况。本书共分六部分和一个附录。第一部分叙述外加剂的分类、作用原理和选用原则,以后各部分分别叙述减水剂、加气剂、泵送剂、防水剂和砂浆塑化剂的性能、应用、试验等。附录载有各种混凝土和砂浆外加剂的特性和参数。

本书可供从事港工、水利、建筑、公路、铁路以及水泥制品等专业技术人员参考。

混 凝 土 外 加 剂

〔英〕 M.R.里克索姆等

郑 法 学 译

潘 千 里 校

人民交通出版社出版

(北京市安定门外和平里)

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 3.375 字数: 73 千

1981年6月第1版

1981年6月第1版第1次印刷

印数: 0001—7,200册 定价: 0.55元

目 录

一 水泥外加剂的简介与分类 P.C.休利特 (Hewlett)	1
(一) 简介	1
(二) 外加剂的分类	4
1 促凝剂	4
2 缓凝剂	5
3 减水或塑化剂	6
4 促凝型减水剂	11
5 缓凝型减水剂	12
6 加气剂	14
7 防水剂	15
8 泵送剂	16
9 杂类外加剂	16
二 混凝土减水剂 M.R.里克索姆 (Rixom)	19
(一) 简介	19
(二) 减水剂的类型	20
(三) 作用原理	21
(四) 标准型减水剂	22
(五) 促凝型减水剂	26
(六) 缓凝型减水剂	30
(七) 结 语	33
三 混凝土加气剂 K.贝内特 (Bennett)	35

(一) 简介	35
(二) 混凝土中引入空气的目的	35
(三) 引入空气的历史	38
(四) 加气剂的化学	39
(五) 加气剂的应用	41
(六) 加气混凝土的设计	43
(七) 引入空气的效益	45
(八) 加气剂的应用价格	46
(九) 加气混凝土的发展趋向	47

四 混凝土泵送剂 A.S.弗莱托 (Flateau)50 L.H.麦卡里奇 (Mc Currich)

(一) 使用目的	50
(二) 混凝土泵送作业的实践	50
(三) 泵送外加剂的品种	52
(四) 泵送剂在混凝土拌合物中的应用	54
(五) 实用上的意见	57
(六) 发展趋向和经济问题	57
(七) 结语	57

P.C.休利特 (Hewlett)

五 混凝土综合防水剂 R.W.埃德米兹 (Edmeades) R.L.霍尔滋沃思 (Holdsworth)

.....59

(一) 防水剂的分类	62
(二) 试验方法	66
(三) 发展趋向	73

六 砂浆塑化剂 H.E.阿克曼 (Ackerman).....77

(一) 砂浆的要求与性能	77
(二) 塑化剂的应用	78

(三) 塑化剂的效果	80
(四) 技术规范及搅拌要求	83
(五) 结语	85
附录 混凝土与砂浆外加剂资料卡	86
C 1类 促凝剂	88
C 2类 缓凝剂	89
C 3类 标准型减水剂	90
C 4类 促凝型减水剂	91
C 5类 缓凝型减水剂	92
C 6类 加气剂	93
C 7类 泵送剂	94
C 8类 综合防水剂	95
C 9类 超塑剂	97
M 1类 砂浆塑化剂	98
M 2类 综合防水剂	99
M 3类 聚醋酸乙烯脂和其他树脂外加剂	100
混凝土和砂浆的颜料	101

一 水泥外加剂的简介与分类

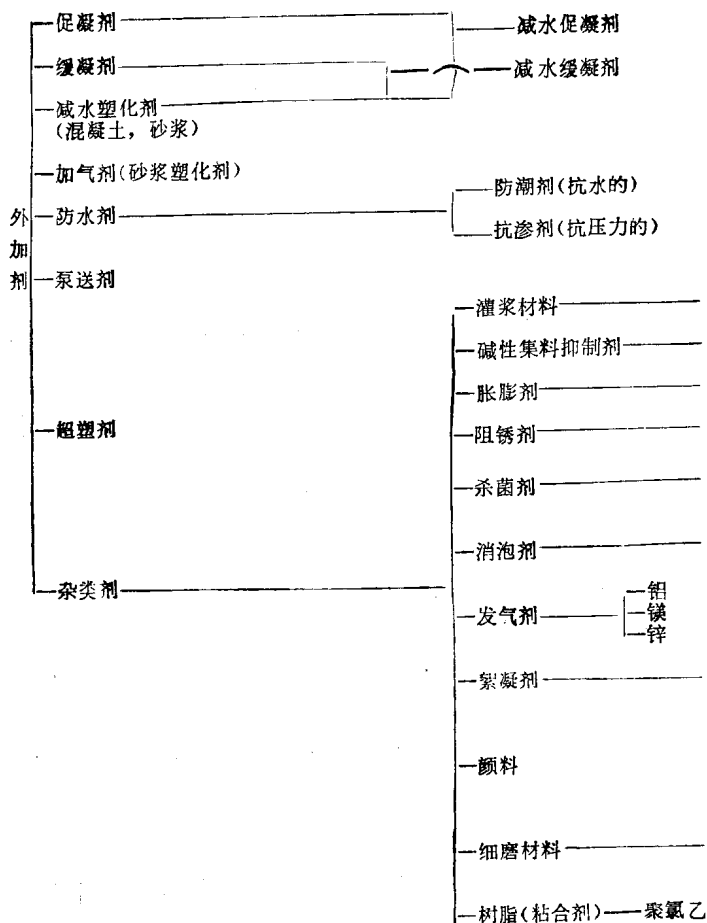
P.C.休利特 (Hewlett)

(一) 简介

外加剂的定义 外加剂(admixture)是在混凝土制作过程的某阶段加入于混凝土中的一种材料,它赋予流态的或塑性的、凝结中的或养护后的混凝土一些新的性能。外加剂与掺合料是不同的。掺合料(additive)是加入水泥中的一种材料,可以是在水泥制造时为了生产目的而加入的(如用作助磨剂),或者是在用水泥配制混凝土时为了获得特殊性能而加入的(如用于防水混凝土)。在此意义上,石膏是一种掺合料。

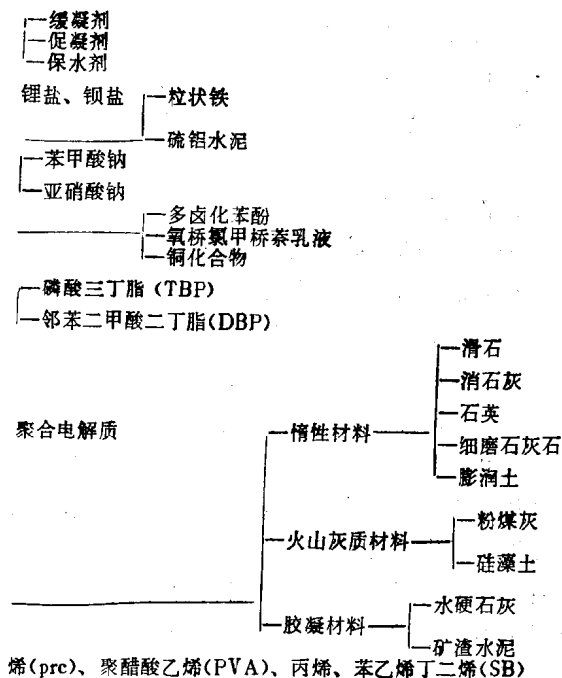
对外加剂的一般看法 混凝土在试验室之外、离开了对规范法规负责的委员会,常会成为一种被滥用的材料。一直到近若干年,外加剂一般还被认为是一种不可信的或不受欢迎的材料。这也许是由于混凝土已经应用很久而习为常,以致我们没有从真正的意义上去认识这种材料。对外加剂的化学作用带有某种程度“巫医”的看法,使得这些材料的应用缓慢而勉强。反之,应当指出,混凝土的外加剂在美国和欧洲大陆,尤其是西德,却比在英国用得广泛。然而,按当前水泥价格的趋势来看,混凝土的使用者和生产者如果对外加剂采取十分热衷的态度可能是十分适时的,因为外加剂能使水泥得到有效的利用。

外 加 剂 的



分 类

表1-1



(二) 外加剂的分类

什么是外加剂？它有什么效用？它是怎样起作用的？它有什么优点和缺点？

一般来说，外加剂有八大类和五个亚类，见表 1-1。这些外加剂的使用量并非均等。使用数量（以吨数计），加气剂和减水剂最多，泵送剂和杂类剂最少。这显然，是随地区而不同。例如，寒冷地区使用促凝剂较多；而温暖地区则相反，以使用缓凝剂为多。有劣质或粗糙骨料的地区，可能乐于使用塑化剂。但是，不管是什么地区，每一类都将依次加以论述。

1. 促凝剂（外加剂目录卡 C1 类）

这类材料能缩短水泥的凝结时间和提高强度增长的速度，或者只提高强度增长的速度。它还有助于继续冬季施工的计划。此外，还有助于提早拆模和缩短工期。

在这类材料的大多数产品中，化学促凝剂用的是氯化钙。虽然，其他材料，诸如三乙醇胺、硝酸钙、甲酸钙、草酸锂和一些铝酸盐也具有促凝效果。不少具有塑化作用的化学剂有时归类于促凝剂，即使他的本身并不参与加速水泥的水化作用。近几年来氯化钙受到严厉的批评，因为氯的作用引起钢筋的腐蚀。近来英国已经禁止在任何含有埋入金属的混凝土中使用氯化钙。不过，在无筋混凝土中，氯化钙仍然是一种可采用的高效能的外加剂。

由于氯化钙有引起腐蚀问题，因此甲酸钙类无氯促凝剂得到广泛应用。甲酸钙促凝剂的作用机理尚未完全弄清楚，不过，氯化钙与甲酸钙都有使水泥中各化学成分水化速度加快的趋势。含有促凝剂的混凝土拌合物仍必须防护其在凝结

的早期阶段（直到强度达到约 5 牛顿/毫米²● 以前）受冻。

2. 缓凝剂（外加剂目录卡 C 2 类）

缓凝剂减缓水泥的凝结速度，而且正如缓凝减水剂一样，有助于炎热气候下浇灌混凝土，有助于在浇灌和捣实大体积混凝土时不致形成施工缝。使用缓凝剂能延长振动时间。不过，只要在凝结阶段缓凝剂的反应已经完成，水化作用便按正常速度有时还能以较高的速度继续进行下去。缓凝剂可用以抵消水化热，这是由于延缓水化反应，因而产生的热量随即消散的原故。当用于浇灌大体积混凝土是十分有效的，没有什么证据可说明总放热量或放热速度实际上明显地受缓凝剂的加入所改变。

含有缓凝剂的材料主要有以下几种：

（1）含糖的未经精炼的木质素碳性盐，糖当然是一种起缓凝作用的组分。

（2）上述一类的改性物和衍生物。

（3）羟基羧酸及其盐，如酒石酸钠。

（4）上述一类的改性物。

（5）含糖的碳水化合物。

（6）糖和淀粉系的庚糖化合物（heptonate）。

第 1 至 4 和第 6 种也具减水性能。第 5 种则没有这种性能。可以认为缓凝外加剂是吸附在水泥的铝酸三钙（ C_3A ）相上，形成包裹水泥颗粒的一层薄膜，以阻止或减小与水起反应。不久以后，这层薄膜破裂，而水化作用便正常进行。这是一个很简明的写照。可以有理由相信，缓凝剂也与硅酸三钙（ C_3S ）相起反应，因为缓凝作用能延续至几天，它不能单用铝酸三钙与水的反应来说明。

注意这样一种情况是有意义的，即某些熟知的促凝剂由

● 1 牛顿/毫米² = 10.197 公斤/厘米²——译者注。

于其浓度的不同，尤其是使用低浓度时，它本身能起缓凝剂的作用。图 1-1 所示是几种这样的促凝剂与常用缓凝剂的比较。图 1-2 所示是缓凝剂对保持工作度的效果。

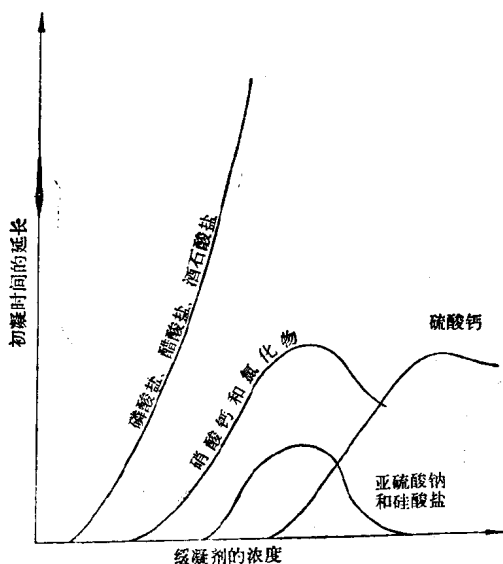


图1-1 各种外加剂对初凝时间的影响

3. 减水或塑化剂（外加剂目录卡 C 3 类）

加入塑化剂能在给定水灰比或者保持工作度或稠度不变的条件下，减少用水量，获得较好的工作度。

减少用水量，能在给定水泥用量的条件下获得较为密实和高强的混凝土。这种性能常能在保持强度不变情况下节约水泥。在这方面，在使用中提出了关于这类混凝土（水泥用量在 300 公斤/米³ 左右）的长期耐久性问题，或者决定着耐久性的一些性能，如渗透性，孔隙率等。有塑化剂时，水泥用量减少 10% 是没有什么影响的。这从图 1-3 所示的初始表

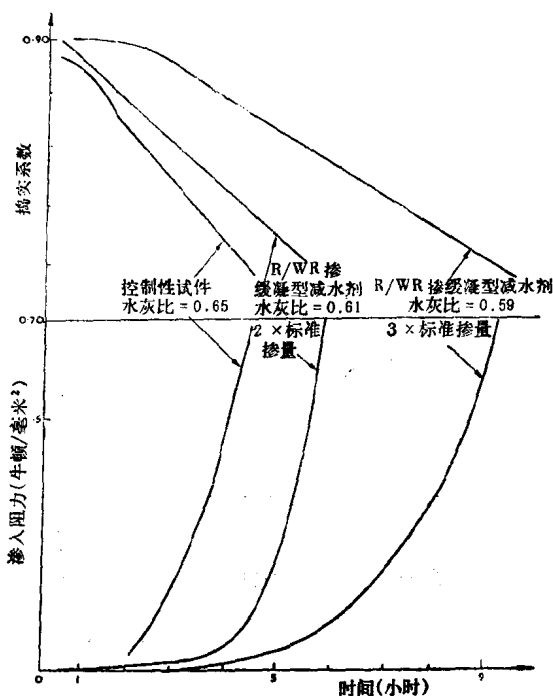


图1-2 缓凝型减水剂对保持工作度的效果

面吸收结果中可看清楚。

(1) 减水剂的作用 让我们来看一看减水剂如何实际起作用的。当一类减水剂材料具有洗涤剂似的性能时，我们称此性能谓表面活性，称此材料谓表面活性材料。它带有一个不平衡电荷，如进入水中，则迁移至表面，此时带电荷端即活性端吸附在水面，而其“尾巴”向外露在空气里(图1-4)。

如果我们将一种表面活性剂放入水泥颗粒悬浮液中，则在水中将发生下述两种情形：

① 表面活性剂的“尾巴”被吸附到水泥的表面上，而负

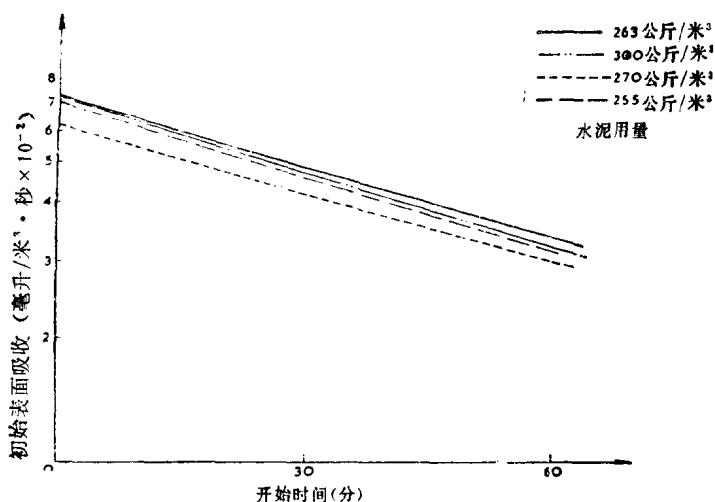


图1-3 减水或塑化剂的初始表面吸收

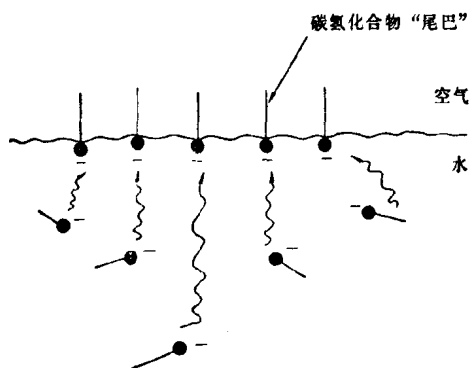


图1-4 减水剂向水表面的迁移

电荷伸入水里。由于水泥颗粒不聚集在一起，所以大部分面积上是能与水起反应的。同时，水泥颗粒絮团内部的可能存留的水遂释放出来。这种综合的作用（如图 1-5 所示）改

善了水泥拌合物的工作度和流动性。

②存留的空气也更容易逸出，因为表面活性剂的定向作用阻止了空气泡附着到水泥颗粒上，如图1-6所示。

塑化减水剂，由于它有将水、空气迁移至界面的作用，而能减小界面上的表面张力，形成极稳定的空气泡。这就是后面要叙述的加气剂的原理。

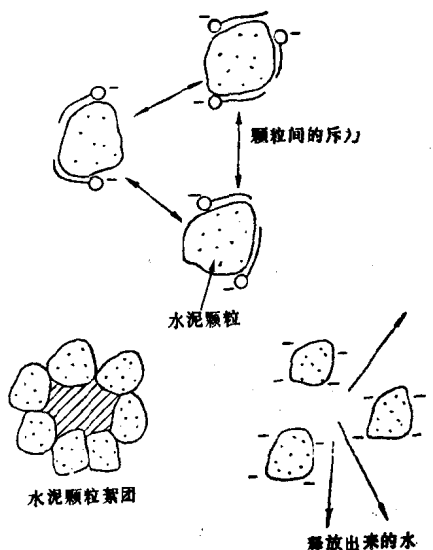


图1-5 表面活性剂对水泥颗粒絮团的作用

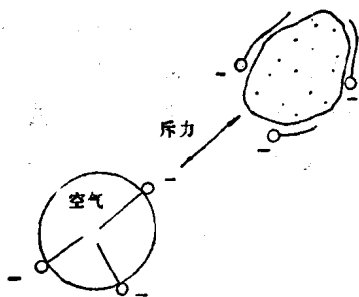


图1-6 表面活性剂对空气的斥力

不过，在塑化剂中，这种趋势可能由于加入消气剂而消除。

(2)为什么要采用减水剂 如果按给定的工作度，即坍落度值配制混凝土，则加入减水剂具有下述可能性：

①不必用较多的水就能获得工作度较大的混凝土，因而不会出现强度降低的情形。

②保持工作度不变，在低用水量时，不必增加水泥用量，混凝土的强度也能增加。

③当保持水灰比和工作度不变时，可用比一般情况所需的较低的水泥用量制得规定强度的混凝土。

表1-2 报导了上述每一种可能性的混凝土试验结果。

减水剂对于含有粗糙的或级配不良的骨料的混凝土以及对于在困难条件下浇灌的混凝土（如用导管法浇灌），都有好处。

用减水剂所能达到的效果

表1-2

试验项目	水泥用量 (公斤/米 ³)	掺量 (升/50公斤)	水灰比	坍落度 (毫米)	无侧限抗压强度 (牛顿/毫米 ²)	
					7天	28天
控制性试件	300	0	0.62	50	25.0	37.0
工作度增加	300	0.14	0.62	100	26.0	38.0
强度增加	300	0.14	0.56	50	34.0	46.0
水泥节省	270	0.14	0.52	50	25.5	37.5

为了保持使用减水剂的效益，必须仔细地控制拌合物中的含气量。大多数减水剂由于其表面活性的特性是引入空气的。要消除它，可使用含有消气剂（如磷酸三丁脂）的减水剂，磷酸三丁脂能影响引入空气量和减水量，见表1-3。

(3) 减水剂的品种

①**木质素磺酸盐** 这是一些容易获得的材料，由石灰和亚硫酸混合物制取木材纸浆时而得。常用的木质素磺酸钙，可含一定比率的糖或不含糖。如果含糖，则产生缓凝作用，经过精炼，脱糖后的产物使用时就不会有强烈的缓凝作用。

②**多羟基化合物（羧酸类）** 这种材料的作用与木质素磺酸盐相似，过量使用会引起强烈的缓凝。

消气型减水剂的应用

表1-3

外 加 剂	掺量 (%)	坍 落 度 (毫米)	含 气 量 (%)	减 水 率 (%)
控制性试件	0	89	2.0	—
木质素磺酸盐 减水剂(未改性)	0.16	89	3.8	11.3
	0.26	114	5.0	14.2
	0.37	114	6.5	17.9
木质素磺酸盐 减水剂(改性)	0.16	102	2.5	5.8
	0.26	89	3.3	9.9
	0.37	102	3.8	12.8

③超塑化剂 目前一种有效新型塑化剂是合成缩合物。这一类材料可例举出甲醛衍生物，诸如三聚氰酸胺甲醛和蔡磺酸盐甲醛。这些材料具有非常出色的塑化作用，不增加用水量就能达到超过200毫米的坍落度。

这种塑化剂正在欧洲大陆和美国、日本的一些地方获得使用，设计“流态的”或“羹状的”混凝土。这些材料的缺点是它们的基本价格高，虽然每种产品应当按使用价格来判定。值得指出，能赋予混凝土高流态性的化学物，也应消除泌水和离析，以便取得综合效果。

4. 促凝型减水剂（外加剂目录卡C4类）

促凝型减水剂几乎毫无例外地是氯化钙（一种促凝组分）与一种塑化型减水剂的混合物。

所有的促凝型减水剂都能提高水泥的水化速度，结果引起强度的快速增长，特别是用于低温度环境的情况下，见表1-4和表1-5。

使用氯化钙能达到上述效果。氯化钙主要与水泥中铝酸三钙、硅酸二钙相起反应。这些相分别决定着水泥的凝结特性以及以后的强度发展。