

混凝土標準

混凝土標準

目錄

第一章	總則.....	5
第一條	宗旨及範圍.....	5
第二條	引用標準.....	6
第三條	定義.....	16
第二章	組成材料.....	23
第四條	水泥.....	23
第五條	骨料.....	23
第六條	拌合水.....	25
第七條	外加劑.....	27
第八條	摻合料.....	31
第三章	要求及規格.....	34
第一節	混凝土配比之基本及耐久性要求.....	34
第九條	總則.....	34
第十條	水泥種類、用量及水膠比.....	35
第十一條	粗骨料.....	36
第十二條	細骨料.....	36
第十三條	外加劑.....	37
第十四條	摻合料種類、用量及水膠比.....	37
第十五條	稠度.....	38
第十六條	混凝土密實度.....	38
第十七條	混凝土拌合物溫度.....	39

第十八條	鹼骨料反應.....	39
第十九條	混凝土中氯化物含量.....	40
第二十條	耐久性.....	41
第二十一條	環境作用之抵抗能力.....	43
第二節	混凝土規格.....	53
第二十二條	總則.....	53
第二十三條	規格.....	53
第二十四條	測試方法.....	58
第四章	生產、運送、澆注和養護.....	61
第一節	混凝土生產.....	61
第二十五條	人員.....	61
第二十六條	儀器及設備.....	61
第二十七條	組成材料之配量.....	63
第二十八條	混凝土之拌合.....	63
第二節	混凝土拌合物之運送、澆注和養護.....	64
第二十九條	人員.....	64
第三十條	運送.....	64
第三十一條	交貨.....	65
第三十二條	交貨時的稠度.....	66
第三十三條	澆注及搗實.....	67
第三十四條	養護及保護.....	68
第五章	品質控制程序.....	71
第一節	品質控制.....	71

第三十五條	內容.....	71
第二節	生產控制.....	71
第三十六條	總則.....	71
第三十七條	製作之控制.....	73
第三十八條	澆注前檢查.....	81
第三十九條	混凝土拌合物於運送、澆注、搗實和養護期間之檢查.....	82
第三節	合格控制.....	84
第四十條	總則.....	84
第四十一條	合格控制之驗證系統.....	85
第四十二條	用於混凝土抗壓強度合格評估之工地驗收批量之大小.....	87
第四十三條	用於混凝土抗壓強度合格評估之取樣計劃.....	88
第四十四條	混凝土抗壓強度一般合格準則.....	90
第四十五條	混凝土稠度取樣計劃及合格準則.....	93
第四十六條	水膠比之取樣計劃及合格準則.....	94
第四十七條	水泥和膠凝材料用量之取樣計劃及合格準則.....	94
第四十八條	混凝土滲水性之取樣計劃及合格準則.....	95
第四十九條	混凝土氯化物含量之取樣計劃及合格準則.....	95
第五十條	混凝土抗氯離子性能之取樣計劃及合格準則.....	95

混凝土標準

第一章

總則

第一條

宗旨及範圍

一、本混凝土標準（以下簡稱為標準）訂定了混凝土在生產、運輸、澆注和養護過程中須遵守的規則和執行品質控制的程序。

二、本標準對於下列各點規定了要求：

- 混凝土的組成材料；
- 混凝土拌合物和硬化混凝土的性能及其驗證；
- 混凝土配比的限制；
- 混凝土規格；
- 混凝土拌合物的運送和交貨；
- 澆注和養護程序；
- 品質控制程序；
- 生產控制程序；
- 合格準則和合格評估。

三、至於附加要求，可於其他專門的中國標準（GB）、歐盟標準（EN）、國際標準（ISO）或美國標準（ASTM）中考慮，例如：

- 道路、路面和其他行車區或泊車區所使用的混凝土；
- 最大骨料尺寸等於或少於 4.75mm 的混凝土（砂漿）；

- 用於大體積結構之混凝土；
- 裝飾混凝土；
- 特殊技術要求的混凝土（如噴射混凝土）。

四、本標準適用於現場製作結構之混凝土、預製結構之混凝土和用於建築物及土木工程結構的預製構件之混凝土。

五、混凝土可於工地拌合、預拌混凝土或可在混凝土預製件廠內生產。

六、本標準適用於一般重量混凝土，重質及輕質混凝土可參照使用。

七、本標準不適用於泡沫混凝土、“無細骨料”混凝土、密度低於 800 kg/m^3 之混凝土及耐火混凝土。

第二條

引用標準

EN 196-1	Methods of testing cements –Part 1 : Determination of strength (水泥測試方法 – 第 1 部份：強度測定)
EN 196-2	Methods of testing cements –Part 2 : Chemical analysis of cement (水泥測試方法 – 第 2 部份：水泥化學分析)
EN 196-3	Methods of testing cements –Part 3 : Determination of setting time and soundness (水泥測試方法 – 第 3 部份：凝結時間和安定性測定)
EN 196-6	Methods of testing cements –Part 6 : Determination of fineness (水泥測試方法 – 第 6 部份：細度測定)

EN 196-7	Methods of testing cements – Part 7 : Methods of taking and preparing samples of cement (水泥測試方法 – 第 7 部份：水泥取樣和樣本製備方法)
EN 197-1	Cement –Part 1 : Composition, specifications and conformity criteria: Common cements (水泥 – 第 1 部份：成分、規格和合格準則：通用水泥)
EN 206-1	Concrete – Part 1 : Specification, performance, production and conformity (混凝土 – 第 1 部份：規格、性能、生產及合格性)
EN 450-1	Fly ash for concrete – Part 1: Definition, specifications and conformity criteria (用於混凝土的粉煤灰– 第 1 部份：定義、規格及合格準則)
EN 450-2	Fly ash for concrete – Part 2 : Conformity evaluation (用於混凝土的粉煤灰– 第 2 部份：合格評估)
EN 451-1	Methods of testing fly ash – Part 1 : Determination of free calcium oxide content (粉煤灰測試方法 – 第 1 部份：游離氧化鈣含量測定)
EN 451-2	Methods of testing fly ash – Part 2 : Determination of fineness by wet sieving (粉煤灰測試方法 – 第 2 部份：濕篩法細度測定)
EN 480-1	Test methods of admixtures for concrete, mortar and grout–Part 1 : Reference concrete and reference mortar for testing (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 1 部份：測試用的基準混凝土和基準砂漿)
EN 480-2	Test methods of admixtures for concrete, mortar and grout –Part 2: Determination of setting time (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 2 部份：凝結時間測定)
EN 480-4	Test methods of admixtures for concrete, mortar and grout –Part 4: Determination of bleeding of concrete (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 4 部份：混凝土的泌水測定)
EN 480-5	Test methods of admixtures for concrete, mortar and

- grout.–Part 5: Determination of capillary absorption
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 5 部份：
 毛細管吸收測定)
- EN 480-8 Test methods of admixtures for concrete, mortar and
 grout–Part 8 : Determination of the conventional dry material
 content
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 8 部份：
 乾物質含量測定)
- EN 480-10 Test methods of admixtures for concrete, mortar and
 grout–Part 10 : Determination of water soluble chloride
 content
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 10 部份：
 水溶性氯化物含量測定)
- EN 480-12 Test methods of admixtures for concrete, mortar and
 grout–Part 12 : Determination of the alkali content of
 admixtures
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑測試方法 – 第 12 部份：
 鹼含量測定)
- EN 934-2 Admixtures for concrete, mortar and grout – Part 2 :
 Definitions, requirements, conformity, marking and labelling
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑 – 第 2 部份：混凝土外
 加劑定義、要求、合格、標示及標籤)
- EN 934-6 Admixtures for concrete, mortar and grout– Part 6 :
 Sampling, conformity control and evaluation of conformity
 (混凝土、砂漿和水泥漿外加劑 – 第 6 部份：取樣、合
 格控制及合格評估)
- EN 1744-1 Tests for chemical properties of aggregates. Chemical
 analysis
 (骨料的化學性質測試–化學分析)
- EN 1992 Design of concrete structures
 (混凝土結構設計)
- EN 12504-1 Testing concrete in structures - Part 1 : Cored specimens -
 Taking, examining and testing in compression
 (結構混凝土測試 – 第 1 部分：鑽芯試樣 – 取樣、檢查
 及測試抗壓強度)

- EN 12504-2 **Testing concrete in structures – Part 2 : Non-destructive testing – Determination of rebound number**
 (結構混凝土測試 – 第 2 部份：無損測試 – 回彈數測定)
- EN 12504-3 **Testing concrete in structures – Part 3 : Determination of pull-out force**
 (結構混凝土測試 – 第 3 部份：拔出力度測定)
- EN 12504-4 **Testing concrete – Part 4 : Determination of ultrasonic pulse velocity**
 (混凝土測試 – 第 4 部份：超聲波脈衝速度測定)
- EN 12620 **Aggregates for concrete**
 (混凝土用骨料)
- EN 12878 **Pigments for colouring of building materials based on cement and / or lime – Specification and methods of test**
 (為建築材料上色的水泥基和/或石灰基顏料 – 規格及測試方法)
- EN 13263-1 **Silica fume for concrete – Part 1 : Definitions, requirements and conformity criteria**
 (混凝土用矽灰 – 第 1 部份：定義、要求及合格準則)
- EN 13263-2 **Silica fume for concrete – Part 2 : Conformity evaluation**
 (混凝土用矽灰 – 第 2 部份：合格評估)
- ENV 13670-1 **Execution of concrete structures – Part 1 : Common**
 (混凝土結構之製作 – 第 1 部份：一般)
- EN 45011 **General requirements for bodies operating product certification systems**
 (機構進行產品認證系統之一般要求)
- EN 45014 **General criteria for suppliers declaration of conformity**
 (供應商合格聲明之一般準則)
- ISO 758 **Liquid chemical products for industrial use – Determination of density at 20°C**
 (工業用之化學液體產品 – 在 20°C 時的密度測定)
- ISO 1158 **Plastics – Vinyl chloride homopolymers and copolymers – Determination of chloride content**
 (塑膠料 – 氯乙烯均聚物及共聚物 – 氯化物含量測定)
- ISO 1920-1 **Testing of concrete – Part 1 : Sampling of fresh concrete**

	(混凝土測試 – 第 1 部份：混凝土拌合物之取樣)
ISO 1920-2	Testing of concrete – Part 2 : Properties of fresh concrete (混凝土測試 – 第 2 部份：混凝土拌合物之性質)
ISO 1920-3	Testing of concrete – Part 3 : Making and curing test specimens (混凝土測試 – 第 3 部份：試件之製作及養護)
ISO 1920-4	Testing of concrete – Part 4 : Strength of hardened concrete (混凝土測試 – 第 4 部份：硬化混凝土之強度)
ISO 1920-5	Testing of concrete – Part 5 : Properties of hardened concrete other than strength (混凝土測試 – 第 5 部份：硬化混凝土強度以外的性質)
ISO 1920-6	Testing of concrete – Part 6 : Sampling, preparing and testing of concrete cores (混凝土測試 – 第 6 部份：混凝土樣芯之取樣、準備及測試)
ISO 4316	Surface active agents – Determination of pH of aqueous solutions – Potentiometric method (表面活性劑 – 水溶液 pH 測定 – 電位測定方法)
ISO 6782	Aggregates for concrete – Determination of bulk density (混凝土用骨料 – 體積密度測定)
ISO 6783	Coarse aggregates for concrete – Determination of particle density and water absorption – Hydrostatic balance method (混凝土用粗骨料 – 顆粒密度和吸水率測定 – 靜水力秤量方法)
ISO 7033	Fine and coarse aggregates for concrete – Determination of the particle mass-per-volume and water absorption – Pycnometer method (混凝土用細骨料和粗骨料 – 顆粒單位體積質量及吸水率測定 – 比重瓶法)
ISO 9297	Water quality -- Determination of chloride – Silver nitrate titration with chromate indicator (Mohr's method) (水質 – 氯化物測定：硝酸銀容量法 (Mohr 方法)。
ASTM C 40	Test method for organic impurities in fine aggregates for concrete (混凝土用細骨料的有機雜質測試方法)

ASTM C 70	Test method for surface moisture in fine aggregate (細骨料之表面水份測試方法)
ASTM C 117	Test method for materials finer than 75 μm (no. 200) sieve in mineral aggregates by washing (礦物骨料中細於 75 μm (200 號篩) 篩的物質之淘洗法測試)
ASTM C 123	Test method for lightweight pieces in aggregate (骨料中輕物質含量測試方法)
ASTM C 127	Test method for density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate (粗骨料密度、比重和吸水率測試方法)
ASTM C 128	Test method for density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate (細骨料密度、比重和吸水率測試方法)
ASTM C 131	Test method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine (細粒徑粗骨料抗洛杉磯磨耗之能力測試方法)
ASTM C 136	Test method for sieve analysis of fine and coarse aggregate (細骨料和粗骨料的篩分析測試方法)
ASTM C 142	Test method for clay lumps and friable particles in aggregates (骨料中泥塊和脆性粒子含量測試方法)
ASTM C 170	Test method for compressive strength of dimension stone (板石的抗壓強度測試方法)
ASTM C 232	Test methods for bleeding of concrete (混凝土泌水測試方法)
ASTM C 403	Test method for time of setting of concrete mixtures by penetration resistance (貫入法測定混凝土的凝結時間測試方法)
ASTM C 469	Test methods for static modulus of elasticity and Poisson's ratio of concrete in compression (混凝土抗壓強度靜力彈性模數及泊松比測試方法)
ASTM C 495	Test methods for compressive strength of lightweight insulating concrete

	(輕質隔熱混凝土抗壓強度測試方法)
ASTM C 535	Test method for resistance to degradation of large-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine
	(大粒徑粗骨料抗洛杉磯磨耗之能力測試方法)
ASTM C 566	Test method for total moisture content of aggregate by drying
	(烘乾法測定骨料總含水量測試方法)
ASTM C 702	Test method for practice for reducing samples of aggregate to testing size
	(骨料樣本縮分方法)
ASTM C 878	Test method for restrained expansion of shrinkage-compensating concrete
	(補償收縮混凝土限制膨脹測試方法)
ASTM C 940	Standard test method for expansion and bleeding of freshly mixed grouts for preplaced-aggregate concrete in the laboratory
	(實驗室中用於預置骨料混凝土的新拌水泥漿膨脹及泌水標準測試方法)
ASTM C 1202	Test method for electrical indication of concrete's ability to resist chloride ion penetration
	(電量法測定混凝土抗氯離子侵入能力測試方法)
ASTM C 1260	Test method for potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)
	(骨料潛在鹼活性 – 砂漿棒方法)
ASTM D 422	Method for particle-size analysis of soils
	(土壤粒徑分析方法)
ASTM D 511	Test method for calcium and magnesium in water
	(水中鈣和鎂含量的測試方法)
ASTM D 513	Test Methods for Total and Dissolved Carbon Dioxide in Water
	(水中二氧化碳總含量及水中溶解的二氧化碳含量的測試方法)
ASTM D 516	Test methods for sulphate in water
	(水中硫酸鹽含量的測試方法)
ASTM D 1252	Test method for chemical oxygen demand (Dichromate

	oxygen demand) of water (水的化學需氧量(重鉻酸鹽需氧量)測試方法)
ASTM D 1293	Test method for pH of water (水的 pH 值之測試方法)
ASTM D 1426	Test method for ammonia nitrogen in water (水中氨型氮含量測試方法)
RILEM CPC7	Direct tension of concrete specimens (Recommendation of 1975) (混凝土試件的直接拉伸(1975 之建議))
BS 812 : Part 103	Testing aggregates – Part 103 : Methods for determination of particle size distribution (骨料測試 – 第 103 部分：測定粒徑分佈的方法)
BS 812 : Section 105.1	Testing aggregates– Section 105.1 : Methods for determination of particle shape –Flakiness index (骨料測試 – 第 105.1 節：測定顆粒形狀的方法 – 片狀顆粒含量)
BS 812 : Section 105.2	Testing aggregates– Section105.2 : Methods for determination of particle shape– Elongation index (骨料測試 – 第 105.2 節：測定顆粒形狀的方法 – 針狀顆粒含量)
BS 812 : Part 109	Testing aggregates - Part 109 : Methods for determination of moisture content (骨料測試 – 第 109 部分：測定含水量的方法)
BS 812: Part 110	Testing aggregates - Part 110 : Methods for determination of aggregate crushing value (ACV) (骨料測試 – 第 110 部分：骨料壓碎值測定方法 (ACV))
BS 1377: Part 3	Methods of test for soils for civil engineering purposes — Part 3: Chemical and electro-chemical tests (土木工程用土壤的試驗方法-第 3 部分：化學和電化學測試)
BS 1881: Part 5	Methods of testing concrete –Part 5 : Methods of testing hardened concrete for other than strength (混凝土測試方法 – 第 5 部分：強度以外的硬化混凝土測試方法)

BS 1881: Part 120	Testing concrete –Part 120 : Method for determination of the compressive strength of concrete cores (混凝土測試 – 第 120 部分：混凝土樣芯抗壓強度測定方法)
BS 1881 : Part 122	Testing concrete– Part 122 : Methods for determination of water absorption (混凝土測試 – 第 122 部分：測定吸水率的方法)
BS 1881 : Part 124	Testing concrete –Part 124 : Methods for analysis of hardened concrete (混凝土測試 – 第 124 部分：分析硬化混凝土的方法)
BS 1881 : Part 128	Testing concrete – Part 128 : Methods for analysis of fresh concrete (混凝土測試 – 第 128 部分：分析混凝土拌合物的方法)
BS 5075-1	Concrete admixtures – Part 1 : Specification for accelerating admixtures, retarding admixtures and water reducing admixtures (混凝土外加劑 – 第 1 部分：早強劑、緩凝劑及減水劑的規格)
BS 5075-2	Concrete admixtures– Part 2 : Specification for air-entraining admixtures (混凝土外加劑 – 第 2 部分：引氣劑的規格)
BS 5075-3	Concrete admixtures– Part 3 : Specification for superplasticizing admixtures (混凝土外加劑 – 第 3 部分：高效減水劑的規格)
BS 6588	Specification for Portland pulverized-fuel ash cement (波特蘭粉煤灰水泥規格)
APHA	Standard methods for the examination of water and wastewater (檢驗水和污水的標準方法)
NP 1416	Águas – Determinação da agressividade para o carbonato de cálcio de águas de amassadura e de águas em contacto com betões (水 – 拌合水中和與混凝土接觸的水中的侵蝕性碳酸鈣測定)
澳門水泥標準	水泥 – 成份、規格、驗收控制和合格準則

LECM 104	土壤 – 測定土壤及地下水硫酸鹽的含量
GB/T 8074	水泥比表面積測定方法 – 勃氏法 Test method for specific surface of cement –Blaine method
GB/T 8077	混凝土外加劑均質性試驗方法 Method for testing uniformity of concrete admixture
GB/T 12988	無機地面材料耐磨性試驗方法 Test method for abrasion resistance of inorganic paving materials
GB/T 16925	混凝土及其制品耐磨性試驗方法〔滾珠軸承法〕 Test method for abrasion resistance of concrete and its products (Ball bearing method)
GB/T 18046	用於水泥和混凝土中的粒化高爐礦渣粉 Ground granulated blast furnace slag used for cement and concret
GB 50204	混凝土結構工程施工質量驗收規範 Code for acceptance of constructional quality of concrete structures
GB/T50082	普通混凝土長期性能及耐久性能試驗方法標準 Standard for test methods of long-term performance and durability of ordinary concrete
GB/T 50476	混凝土結構耐久性設計規範 Code for durability design of concrete structures
DB44/T 566	抗海水腐蝕混凝土應用技術導則 Technical directives for anti-seawater concrete
DL/T 5151	水工混凝土砂石骨料試驗規程 Test code for aggregates of hydraulic concrete
JGJ/T 192	鋼筋阻鏽劑應用技術規程 Technical specification for application of corrosion inhibitor for steel bar
JGJ/T 193	混凝土耐久性檢驗評定標準 Standard for insoection and assessment of concrete durability
JTG/T B07-01	公路工程混凝土結構防腐蝕技術規範 Specification for deterioration prevention of highway concrete structures
CCES01-2004 (2005年修訂版)	混凝土結構耐久性設計與施工指南 Guide to Durability Design and Construction of Concrete Sturctures

第三條

定義

本混凝土標準採用下列定義：

摻合料

為微細無機物質，於混凝土拌合過程中加入，一般份量較大，從而改善某種性能或達到特殊性能，如混凝土拌合物的工作性、熱開裂之抵抗性、鹼骨料反應之膨脹、抗硫酸鹽性、及容許水泥用量減低。有兩類型摻合料：近乎化學惰性摻合料（第一類型）和火山灰質或潛在水硬性摻合料（第二類型）。

外加劑

在混凝土拌合過程中十分少量地加入的化學活性物料，其份量不大於混凝土中膠凝材料質量的 5%，從而改善混凝土拌合物或硬化混凝土的某些性能。

下列是在本標準所考慮到及規定的外加劑：

- 減水劑或塑化劑

外加劑，在保持稠度的同時，容許一已知混凝土配比的水用量減低，或在不影響水用量的同時，增加塌落度／流動度，或同時產生兩種效應；

- 高效減水劑或超塑化劑

外加劑，在保持稠度的同時，容許一已知混凝土配比的水用量明顯減低，或在不影響水用量的同時，相當地增加塌落度／流動度，或同時產生兩種效應；

- 滯水劑

外加劑，通過減少泌水從而減少水的損失；

- 促凝劑

外加劑，縮短混凝土由塑性狀態變為剛性（硬化）狀態之過程開始發生的時間；

- 緩凝劑

外加劑，延緩混凝土由塑性狀態變為剛性（硬化）狀態之過程開始發生的時間；

- 早強劑

外加劑，加快混凝土早期強度的發展速度，有時藉著影響凝結時間來產生作用；

- 不透水劑

外加劑，減少硬化混凝土內之毛細管作用之吸收；

- 阻鏽劑

外加劑，能在混凝土中存在較高濃度氯離子時，降低或防止氯離子引起的鋼筋銹蝕；

- 多功能劑

外加劑，能通過展現出以上多種主要功能，對混凝土拌合物／或硬化混凝土的幾種性能作出影響。

細骨料

適用於混凝土的礦物顆粒，其粒徑小於 4.75mm。細骨料可為天然河砂或碎石細骨料，且具有適用於混凝土生產之形狀及尺寸。

粗骨料

適用於混凝土的礦物顆粒，其粒徑大於 4.75mm。粗骨料可為天然的或人工的，經壓碎的或不經壓碎的，且具有適用於混凝土生產之形狀及尺寸。

混凝土拌合批量

混凝土攪拌機於一次運作循序中所生產的混凝土拌合物數量，或從連續式攪拌機中一分鐘內所卸載的混凝土數量。

砂漿

含有恰當比例的細骨料、水泥和水的材料，並可含有摻合料和外加劑，當硬化後產生凝聚力和強度。

引入的空氣

在拌合過程中，將微細及均勻分佈的氣泡刻意地引入混凝土中，通常使用「表面活性劑」進行，當混凝土硬化後氣泡會留在混凝土內；一般呈球型或近乎球型，直徑在 10 μ m 至 300 μ m 之間。

截留的空氣

混凝土內的氣孔，並非刻意引入及尺寸最小為 1 mm。

混凝土

由水泥、粗骨料、細骨料和水，或加入外加劑和摻合料，拌合而成的材料，通過膠凝材料的水化反應發展其性能，生成具有凝聚力和強度的材料。

一般重量混凝土

乾表觀密度大於 2000 kg/m³ 和不超過 2600 kg/m³ 的混凝土。

硬化混凝土

處於固態並已開始發展強度性能的混凝土。

現場拌合混凝土

由承建商（或用戶）在建築工地或附近所生產的混凝土。

混凝土拌合物

已充分拌合，但仍處於塑性狀態，可用一般方法搗實之混凝土。

輕質混凝土

乾表觀密度不少於 800 kg/m^3 和不大於 2000 kg/m^3 的混凝土。它是使用輕骨料作為全部或部份骨料生產而成。

重質混凝土

乾表觀密度大於 2600 kg/m^3 的混凝土。

預拌混凝土

於工地以外之混凝土廠所生產的混凝土，並由生產商在拌合物狀態下交貨給承建商（或用戶）。

混凝土攪拌車

安裝有自動底盤上的混凝土攪拌筒，並能夠運送、拌合、和卸載均勻一致的混凝土拌合物。

水泥

細磨無機物，當和水拌合後形成漿狀物，並通過水化反應凝結和硬化，當硬化後即使在水中仍能保持其強度和穩定性。

混凝土裝卸量

由一交通工具運送的預拌混凝土數量，可包含一拌合批量或多次拌合批量的混凝土。

合格控制

根據預先採納之合格規則所採取的行動和決定，以檢查混凝土是否符合規定。合格控制為品質控制的組成部分。

生產控制

生產控制包括所有為了維持及調整混凝土品質符合規定要求之必要措施。這包括對於儀器、組成材料、混凝土拌合物拌合物和硬化混凝土之檢查、測試及分析測試結果。生產控制亦包括混凝土澆注前檢查、及對混凝土運送、澆注、搗實和養護之檢查。生產控制為品質控制的組成部分。

品質控制

根據規定和驗證而採取的行動和決定以確保混凝土能完全滿足規定要求。品質控制包括兩個顯著並互相關連的部分：生產控制和合格控制。

有效用水量

混凝土拌合物中的總水量和骨料飽和面乾時所吸入的水份之差。

總水量

混凝土配比中所加入的水分，以及存在於骨料內（吸入的）及骨料表面的水分，外加劑和摻合料中的水分和從任何加冰或蒸汽加熱所帶來的水分之總和。

最初測試

於開始生產前，進行一次或多次測試以檢討一新混凝土須如何組成來達到拌合物狀態和硬化狀態的所有指定要求，並且考慮組成材料的特性、特殊的工地作業條件及暴露環境條件。

試拌測試

在試拌驗證中的一次或多次測試。

交貨

生產商移交混凝土拌合物的過程，通常利用混凝土攪拌車卸載。

混凝土系列

混凝土或一組的混凝土配比，在同一混凝土廠內、使用相同種類、強度級別和來源地的水泥、使用相同地質來源和相同類型（例如：經壓碎或非壓碎）之骨料、使用相同來源的拌合水，及使用相同類型的外加劑或摻合料（如使用時）所生產。對於每一混凝土系列，其相關性能（抗壓強度、水膠比及／或膠凝材料用量）之間的可信性關係須被確立並記錄在文本內。

建築工地

進行建築施工的地方。

混凝土驗收批量

用於一結構或構件中的部分混凝土量，用以評估工地的混凝土各項性能是否合格。而該部分混凝土量（或驗收批量）須在相同條件下生產及屬於同一混凝土系列。對於混凝土的不同性能，其驗收批量可以不同。

粉煤灰

粉煤灰（PFa）是從燃燒煤粉的鍋爐所發出之煙道氣體，通過靜電或機械沉澱而得到之塵狀粒子。粉煤灰可以是硅質或鈣質的性質，前者有火山灰特性後者兼帶水硬特性。

生產商

生產混凝土拌合物的個人或機構。

結構使用年限

結構投入運用後，在規定的使用和維修條件下，所有性能均能滿足設計要求而安全運行的實際年限。

混凝土配比設計

使用理論性方法及考慮預先選擇之組成材料及相應混凝土最近的最初測試結果所得出的最初混凝土配比，並預料其符合所需之混凝土規定。

膠凝材料

混凝土原材料中水泥和第二類型摻合料的總稱。當摻合料等質量取代水泥時，膠凝材料量等於水泥和摻合料的質量之和。

水灰比(W/C)

混凝土拌合物的有效用水量與水泥用量的質量比。

水膠比(W/CM)

混凝土拌合物的有效用水量與膠凝材料總量的質量比。

用戶（或承建商）

私人用途或根據合約下，採用混凝土拌合物進行建築施工或其部分的個人或機構。

試拌驗證

在同一混凝土廠內的生產設施，於不同日子對既定之設計配比進行三次拌合，從中抽取混凝土樣本進行試拌測試，並對其測試結果進行驗證及分析，以證明混凝土拌合物及硬化之混凝土符合規定要求，並對生產程序及相關設施的適用性進行驗證。

第二章

組成材料

第四條

水泥

可用於混凝土生產的水泥種類在十月十四日第 63/96/M 號法令批准的《澳門水泥標準》中已列出。

為保證水泥品質，應使用按《澳門水泥標準》認證生產的水泥。

若使用非認證水泥，須按《澳門水泥標準》提交相關資料及徵得土地工務運輸局書面同意，使用期間須按《澳門水泥標準》進行驗收控制。

第五條

骨料

骨料的特性、相關測試標準文獻及須達到的要求已在表一中列出。

粗骨料應具有良好的級配，並宜採用不同粒徑的粗骨料搭配。

細骨料宜選用質地堅硬、清潔的河砂，可採用質地堅硬、清潔的碎石細骨料，禁止選用海砂、預先混合細骨料。細骨料應具有良好的級配。

表一 骨料特性、測試標準和要求

特性		測試標準	要求
粗骨料的力學強度 ⁽¹⁾	抗壓強度或	ASTM C 170	≥ 80 MPa
	壓碎強度或	BS 812-110	≤ 30%
	10%細度值	BS 812-111	≥ 100 kN
吸水率 ⁽¹⁾	粗骨料（卵石或碎石）	ISO 6783 或 ASTM C 127	吸收量 ≤ 5.0%
	細骨料（天然砂或碎石細骨料）	ASTM C 128	吸收量 ≤ 5.0%
有害物質數量	細骨料中有機物質	ASTM C 40	無害
	微細粒子和可溶物質	ASTM C 117	天然砂 ≤ 3.0% 碎石細骨料 ≤ 15.0% 卵石 ≤ 2.0% 碎石 ≤ 3.0%
	泥塊和脆性粒子 ⁽²⁾	ASTM C 142	細骨料 ≤ 1.0% 粗骨料 ≤ 0.25%
硫酸鹽含量		BS 812-118	≤ 1.0%
水溶性氯化物 ⁽³⁾		BS EN 1744-1	≤ 0.01%
粗骨料片狀顆粒含量		BS 812-105.1	≤ 30%
粗骨料針狀顆粒含量		BS 812-105.2	≤ 35%
洛杉磯磨損測試 ⁽⁴⁾		ASTM C 131	≤ 35% ⁽⁵⁾
與鹼之潛在反應性 ⁽⁶⁾	砂漿條方法	ASTM C 1260	ε - 16 天的膨脹%: ε < 0.10% - 潛在性無害 0.10% ≤ ε ≤ 0.20% - 不能斷定 ⁽⁷⁾ ε > 0.20% - 潛在性有害
	混凝土棱柱體方法 ⁽²⁾	GB/T 50082	ε - 1 年的膨脹%: ε < 0.04% - 潛在性無害 ε ≥ 0.04% - 潛在性有害
相對密度		ASTM C 127 ASTM C 128	(9)
篩分析		ASTM C 136	(9)
總含水量		ASTM C 566	(9)
細骨料表面水份		ASTM C 70	(9)

註：

- (1) 該要求值不適用於輕骨料；對於高強混凝土，應採用更嚴格的限值。
- (2) 當有懷疑時，方進行測試。
- (3) 適用於細骨料。
- (4) 洛杉磯磨損測試對於石灰石骨料意義不大。
- (5) 馬路路面要求按第二十三條的規定執行。
- (6) 結構性混凝土須考慮此特性。其中砂漿條方法僅適用於鹼硅反應，混凝土棱柱體方法適用於鹼硅酸反應和鹼碳酸鹽反應。如要判斷添加摻合料等對鹼骨料反應的抑制效果，混凝土棱柱測試應延長至兩年或兩年以上。
- (7) 可以使用這骨料，但須進行在第十八條中的一些預防措施（如水泥的鹼含量不大於 0.60%，以 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{equ}}$ 表達）。當混凝土與海水接觸，或與含有相等或高於海水中鹼鹽濃度的水或泥土接觸，不可以使用這骨料。
- (8) 不可以使用這骨料。
- (9) 配比設計時需考慮這些特性。
- (10) 不得選用來自海源的骨料。
- (11) 不得選用合一級配的骨料。

第六條

拌合水

可以使用自來水而無需進行分析。

不可使用污水及海水作為任何類型混凝土的拌合水。

由其他來源的水，除符合表二的要求外，須與蒸餾水或除離子水進行水泥凝結時間對比試驗，對比試驗的水泥初凝時間差不得大於 30 分鐘及初凝時間須符合《澳門水泥標準》的規定。

此外，當使用有疑問的水時，與蒸餾水或除離子水分別製作砂漿，並進行 7 天抗壓測試作比較。這些測試須根據 EN196-1 標準進行。使用有疑問的水製成的試件之抗壓強度平均值須最少為使用蒸餾水或

除離子水製成的試件之抗壓強度平均值的 90%，才可被使用於混凝土中。

至於考慮氯含量要求時，如氯含量超過表二所註明之界限值而能被證明符合第十九條表八混凝土總氯含量的要求，則可考慮適合作拌合水，但應同時採取摻加阻鏽劑等防止鋼筋銹蝕的技術措施。

表二 拌合水的特性、測試標準、要求

特性	測試標準	要求		
		素混凝土	鋼筋混凝土	預應力混凝土
pH	APHA 4500-H ⁺ B	≥ 4	≥ 4	≥ 5
溶解殘餘物 (g/dm ³)	APHA 2540C	≤ 35	≤ 10	≤ 10
懸浮殘餘物 (g/dm ³)	APHA 2540D	≤ 5	≤ 2	≤ 2
化學需氧量 (mg/dm ³)	ASTM D 1252	≤ 500	≤ 500	≤ 500
氯化物 (mg/dm ³)	APHA 4500-Cl ⁻ B	≤ 4500	≤ 600	≤ 500
硫酸鹽 (mg/dm ³)	APHA 4500-SO ₄ ²⁻ C	≤ 2000	≤ 2000	≤ 600
總鹼 (mg/dm ³)	EN 196-2	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000

第七條

外加劑

可以使用下列類型之外加劑，根據其主要作用分為：塑化劑、高效塑化劑、滯水劑、促凝劑、早強劑、緩凝劑、不透水劑、阻鏽劑及多功能劑。

外加劑必須為均質且顏色均勻。如有任何析離現象時，生產商須指出其均質化程序。

外加劑須達到表三中的一般要求。禁止使用摻有氯鹽和硫酸鹽的無機鹽類外加劑。

每類型外加劑亦須符合表四中的專門要求，當不同來源及類型外加劑複合使用時，須注意其相容性及對混凝土性能〔例如：抗滲水能力、膨脹率、凝結時間...等〕的影響，使用前應進行試驗，滿足要求方可使用。

表三 所有類型外加劑的一般特性、測試標準和要求

特性 ⁽¹⁾	測試標準	要求
pH 值	ISO 4316	指定值±1，或在生產商指定的 pH 值範圍內
相對密度 (只適用於液體)	ISO 758	- 如 $D \geq 1.10 \text{ kg/dm}^3$ ， $D \pm 0.03$ - 如 $D < 1.10 \text{ kg/dm}^3$ ， $D \pm 0.02$ D 為生產商指定值
固體含量	EN 480-8 ⁽²⁾	如 $T \geq 20\%$ ， $T \pm 5\%$ 如 $T < 20\%$ ， $T \pm 10\%$ T 為生產商指定百分比 值，以質量計
水溶性氯化物含量 (Cl^-)	GB/T 8077	$\leq 0.10\%$ 以質量計 ⁽³⁾ 或 低於生產商指定值
總氯含量 ⁽⁴⁾	ISO 1158	$\leq 0.10\%$ 以質量計或低 於生產商指定值
鹼含量 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{equ}}$ (氧 化鈉當量) ⁽⁵⁾	EN 196-2	低於生產商指定值
混凝土拌合物的含氣 量	ISO1920 -2	$< A + 2\%$ A 為基準混凝土之含氣 量 ⁽⁶⁾ ，除非生產商另外 指定。
<p>註：</p> <p>(1) 生產商的特性指定值須以書面方式給予用戶。</p> <p>(2) 如在 EN 480-8 標準中的方法不適用，生產商須建議另一測試方法。</p> <p>(3) 氯化物含量以質量計$< 0.10\%$ 時，可稱這外加劑為「不含氯」。</p> <p>(4) 如總氯含量和水溶性氯化物含量之間沒有明顯相差時，對於外加劑繼後之測試，應只進行此項測定。</p> <p>(5) $\text{Na}_2\text{O}_{\text{equ}} = \text{Na}_2\text{O} + 0.658 \text{ K}_2\text{O}$</p> <p>(6) 按照 EN 480-1 標準之基準混凝土。</p>		

表四 各類型外加劑的專門特性、測試標準和要求

外加劑類型	特性		測試標準	要求 ⁽¹⁾
塑化劑	相同稠度時	水用量之減少	ISO 1920-2	≥ 5% 及 ≤ 12%
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 28 天齡期：≥ 110%
高度塑化劑	相同稠度時	水用量之減少	ISO 1920-2	≥ 12%
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 1 天齡期：≥ 140% 於 28 天齡期：≥ 115%
	相同水膠比時	稠度	ISO 1920-2	-從最初流動度為 350± 20 mm，所增加的流動度：≥ 160 mm -從最初塌落度為 30± 10 mm，所增加的塌落度：≥ 120 mm
		稠度之保持	ISO 1920-2	最少於加入外加劑後的 30 分鐘內，測試配比的稠度不能低於受控配比之最初稠度。
抗壓強度	ISO 1920-4	於 28 天齡期：≥ 90%		
滯水劑	相同稠度時	泌水	EN 480-4	≤ 50%
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 28 天齡期：≥ 80%
促凝劑	相同稠度時	初凝時間	EN 480-2	於 20°C，測試配比 ≥ 30 分鐘 - 於 5°C：≤ 60%
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 28 天齡期：≥ 80% 測試配比於 90 天齡期 ≥ 受控配比於 28 天齡期

緩凝劑	相同稠度時	初凝和終凝時間	EN 480-2	初凝：≥ 90 分鐘 終凝：≤ 360 分鐘
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 7 天齡期：≥ 80% 於 28 天齡期：≥ 90%
早強劑	相同稠度時	抗壓強度	ISO 1920-4	於 20°C 及 24 小時：≥ 120% 於 20°C 及 28 天：≥ 90%
不透水劑	相同稠度或相同水膠比時	毛細管吸收	EN 480-5	7 天養護後的第 7 日：≤ 50% m/m 90 天養護後的第 28 日：≤ 60% m/m
		抗壓強度	ISO 1920-4	於 28 天齡期：≥ 85%
阻鏽劑	相同水膠比時	鹽水浸烘環境中鋼筋腐蝕面積百分率	JGJ/T 192	減少 95% 以上
		抗壓強度	JGJ/T 192	於 28 天齡期：≥ 90%
<p>註：</p> <p>(1) 此為測試配比的結果(即：有外加劑)與受控配比的結果(即：不含外加劑)之關係，除阻鏽劑的基準混凝土在 JGJ/T192 中規定外，其餘外加劑的基準混凝土或砂漿的要求已在 EN 480-1 標準中定義。</p>				

第八條

摻合料

一、粉煤灰

在混凝土中使用這第二類型摻合料（參看第三條）須符合 EN 450 標準。

表五中列出對粉煤灰之物理及化學特性，測試標準和要求。

除此之外，須持續地提供粉煤灰化學成份之詳細資料，例如硅含量、鋁含量、氧化鐵含量、氧化鈣含量和鹼含量（以氧化鈉當量表達），並根據 EN 196-2 標準測定。

表五 用於混凝土的粉煤灰之特性、測試標準和要求

特性	測試標準	要求	
		I	II
活性硅土	EN 197-1	≥ 25%	
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	EN 196-2	≥ 70%	
燒失量	EN 196-2	≤ 5.0%	≤ 8.0% ⁽¹⁾
氯化物	EN 196-2	≤ 0.10%	
硫酸鹽，SO ₃	EN 196-2	≤ 3.0%	
游離氧化鈣	EN 451-1	≤ 1.0% ⁽²⁾	
活性氧化鈣	EN 197-1	≤ 10.0%	
可溶性磷酸鹽，P ₂ O ₅	EN 450-1	≤ 100mg/kg	
氧化鎂	EN 196-2	≤ 4.0%	
總鹼	EN 196-2	≤ 5.0% ⁽³⁾	
初凝時間	EN 196-3	≤以 100%基準水泥試件初凝時間的 2 倍 ⁽⁴⁾	
細度	EN 451-2	≤ 20%	≤ 40%
活性指數 ⁽⁵⁾	—	於 28 天齡期 ≥ 75% 於 90 天齡期 ≥ 85%	
安定性 ⁽⁶⁾	EN 196-3	≤ 10 mm	
相對密度	EN 196-6	與供應商的指定值比較 ±200kg/m ³	
<p>註：</p> <p>(1) 若粉煤灰中碳含量少於或等於 8.0%，燒失量高至 10%之粉煤灰仍可以被使用。</p> <p>(2) 若粉煤灰之安定性測試合格，游離氧化鈣含量高至 2.5%之粉煤灰仍可以被使用。</p> <p>(3) 將粉煤灰中總鹼含量與水泥中總鹼含量按配合比中的比例求得水泥混合物的總鹼含量，再考慮是否適用。</p> <p>(4) 若游離氧化鈣含量以質量計不少於 1.0%時，可基於由 50%粉煤灰和 50%基準水泥製成之漿狀物作判定。</p> <p>(5) 以 75%基準水泥 (Type I – 42.5) 和 25%粉煤灰製成的砂漿試件之抗壓強度，與只用基準水泥製成的砂漿試件於同一齡期之抗壓強度比率，並以百分比表達。</p> <p>(6) 測試按 25%粉煤灰和 75%基準水泥製成之漿狀物與 100%基準水泥作比較。</p>			

二、粒化高爐礦渣粉

在混凝土中使用這第二類型摻合料（參看第三條）須符合 GB/T 18046 標準。

表六中列出對粒化高爐礦渣粉之物理及化學特性，測試標準和要求。除此之外，須持續地提供粒化高爐礦渣粉化學成份之詳細資料，例如硅含量、鋁含量、氧化鈣含量和氧化鎂含量，並根據 EN 196-2 標準測定。

表六 用於混凝土的粒化高爐礦渣粉之特性、測試標準和要求

特性		測試標準	要求		
			S105	S95	S75
比表面積		GB/T 8074	≥500m ² /kg	≥400m ² /kg	≥300m ² /kg
活性指數	7d	GB/T 18046	95%	75%	55%
	28d	GB/T 18046	105%	95%	75%
硫酸鹽，SO ₃		EN 196-2	≤ 4.0%		
氯化物		EN 196-2	≤ 0.06%		
燒失量		EN 196-2	≤ 3.0%		

三、硅灰

在混凝土中使用這第二類型摻合料（參看第三條）須符合 EN 13263 標準。

表七中列出對硅灰之物理及化學特性，測試標準和要求。

表七 用於混凝土的硅灰之特性、測試標準和要求

特性	測試標準	要求
二氧化硅	EN 196-2	≥ 85%
元素狀態硅	ISO 9286	≤ 0.4%
游離氧化鈣	EN 451-1	≤ 1.0%

硫酸鹽，SO ₃	EN 196-2	≤ 2.0%
總鹼	EN 196-2	---
氯化物	EN 196-2	≤ 0.3%
燒失量	EN 196-2	≤ 4.0%
比表面積	ISO 9277	≥15.0 m ² /g, ≤ 35.0 m ² /g
泥漿塊固體含量	EN 13263-1	± 2%
28 天活性指數	EN 13263-1	100 %

四、 其他摻合料

混凝土在例外情況下採用的其他摻合料，如第一類型摻合料：礦物填料（EN 12620）和顏料（EN 12878）；或第二類型摻合料：火山灰（EN 15167），都需要事先確立其適用性之批核，並需完全符合相關標準（EN 206-1），例如：它們對於最少膠凝材料用量和最大水膠比之專門規定。

第三章

要求及規格

第一節

混凝土配比之基本及耐久性要求

第九條

總則

須選取適當的混凝土配比，亦即水泥、骨料、水、外加劑和摻合料之配量，來滿足有關混凝土拌合物和硬化混凝土性能之準則，包括：

稠度、密度、強度、持久性及對埋置鋼材抗鏽蝕之保護，並需考慮其生產過程、預期之混凝土施工方案和指定之環境條件。

須適當地設計混凝土配比從而把混凝土拌合物之析離及泌水現象減至最低，並提供能適合預期施工方案之工作度。

對於運送、澆注、搗實、養護和進一步處理方面之附加要求應在混凝土規格中考慮。這些要求通常都是互相有關連的。

在所有情況下，混凝土須達到本節及第二節的基本及持久性要求。

只有當合適地滿足所有上述之要求時，真正建築物之混凝土與標準試件之同一混凝土之間的任何混凝土品質差異才能被材料之部分安全系數所覆蓋（參看十月十四日第 64/96/M 號法令鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章）。

第十條

水泥種類、用量及水膠比

水泥種類的選擇須與混凝土之最終用途（素混凝土、鋼筋混凝土或預應力混凝土）、構件尺寸（與水化熱的發展有關）、養護條件（與熱處理有關）、骨料與組成材料（例如水泥及粉煤灰）中的鹼之潛在反應性，和結構的最終暴露環境條件有關。在沒有摻合料之混凝土中，最少膠凝材料用量和最大水膠比取決於如表十六中所述之環境條件和混凝土最終用途。

關於混凝土性能之其他要求，如水密性，亦可視為對水泥配量之確定。當使用在防水結構時，一般情況下最大膠凝材料配量不得超過

400kg/m³〔適用於使用 Type I 水泥〕，而使用 Type II 水泥或 Type I 水泥外加摻合料時，最大膠凝材料用量不得超過 450kg/m³。

第十一條

粗骨料

粗骨料最大尺寸之選用必須能讓混凝土可被澆注及搗實並能包圍鋼筋及不會產生析離現象。

粗骨料的尺寸不得超過下列任何一個數值：

- 構件最少尺寸之四分之一；
- 鋼筋、預應力鋼絞線、鋼筋束、或預應力鋼索套管之間的淨距減 5 mm；
- 對混凝土實心板，不宜超過板厚的三分之一，且不得超過 40mm；
- 混凝土鋼筋保護層最小厚度的五分之四。

第十二條

細骨料

細骨料宜選取細度模數為 2.3~3.0 的河砂，也可選用碎石細骨料，但不得選用海砂。

當兩種細骨料的細度模數之相差不超過 0.20 時，它們可被視為屬於相同顆粒級別。

第十三條

外加劑

如有使用外加劑，其用量不宜超過生產商建議的最大值，並且每公斤水泥中外加劑不宜超過 50 克（供應狀態），除非能夠合適地確立一較高用量能改善混凝土的性能及耐久性。

每公斤水泥中用量少於 2 克的外加劑，須在預先拌勻於部份拌合水中的情況下才准許被使用。

在每立方米混凝土中，如果加入液體外加劑，當計算水膠比時，所含水量須視為混凝土總拌合水的一部分。

當使用超過一種外加劑時，須在最初測試中測試外加劑之兼容性。

由氯化鈣或其他氯化物為基礎之外加劑嚴禁用於鋼筋混凝土、預應力混凝土或含有金屬埋件的混凝土。

稠度級別為 S4-S5，V4，C3 或 F4-F6（參看第二十三條）之混凝土應含高效減水劑或高度塑化劑。

第十四條

摻合料種類、用量及水膠比

以摻合料代替部份 Type I 水泥，可以改善混凝土的工作性能和提高耐久性，同時使用這些工業副產品亦能帶來經濟及環境效益。

用於混凝土的第一類型和第二類型摻合料，其用量須通過最初測試來確定。

符合第八條之第二類型摻合料，如被考慮為適宜使用，須將其考慮在混凝土配比中的膠凝材料含量和水膠比方面。在暴露級別為 3 的混

凝土中，粉煤灰、粒化高爐礦渣粉和硅灰的用量和最大水膠比可參考表十六和表十八的規定，也可參看 EN 206-1 標準的第 5.2.5 節。

當採用 Type I 水泥之混凝土中加入粉煤灰和/或粒化高爐礦渣粉時，表十六中所述的用量可相應視為水泥和粉煤灰和/或粒化高爐礦渣粉混合物之用量，並須考慮相應的最小強度等級及最大水膠比。當加入的粉煤灰多於 25% 時，混凝土最少強度驗證應按 90 天齡期進行。

使用粉煤灰能減少泌水，延緩凝結的開始和增加工作度，便於泵送和澆注。當混凝土加入粉煤灰後，如粉煤灰置換水泥的百分比不大於 40%，初期強度會降低，但後期強度會等於或甚至高於只用 Type I 水泥製造的混凝土之強度。

當粉煤灰的百分比是 40% 以上時，混凝土之抗硫酸鹽侵蝕及抗鹼硅反應性會提高，但對其力學強度會產生不良影響。

第十五條

稠度

稠度應能使混凝土拌合物具有合適之工作度而不會產生析離現象，並且能在工地所擁有之條件下容易被搗實。

第十六條

混凝土密實度

須適當選擇混凝土配比及其組成材料從而使混凝土經搗實後形成一密實結構，也就是，當按 ISO 1920-3 標準進行搗實後，對於最大骨料尺寸不少於 19 mm 的混凝土拌合物中含氣量之體積不得超過

2%，或對於最大骨料尺寸少於 19 mm 的混凝土拌合物中含氣量之體積不得超過 3%，並不包括引入的空氣。

第十七條

混凝土拌合物溫度

混凝土拌合物的溫度由拌合或交貨，直至於施工地盤澆注期間，不得超過 35°C 和不得低於 5°C。

可確立適當的程序，以減低混凝土拌合物的溫度，例如遮蔽或向骨料儲存堆噴淋，或利用冰凍或清涼的拌合水。

第十八條

鹼骨料反應

當骨料中含有一些容易與水泥中或其他來源的鹼 (Na_2O 及 K_2O) 起反應的特別種類之硅土或碳酸鹽骨料時 (參看：表一)，並當混凝土內含有足夠鹼量及水份，膨脹性反應便可發生，促使混凝土逐漸開裂及廣泛破壞。對於結構性混凝土，不可採用這些潛在性有害骨料。

如在無選擇餘地下採用不能斷定之骨料時，為了防止或減輕有害的鹼骨料反應，須採用一些預防措施，例如：

- 使用鹼含量不超過 0.60% 的低鹼水泥，鹼含量以 Na_2O 當量表示 ($\text{Na}_2\text{O}_{\text{equ}} = \text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)。對於 Type II 水泥 (加入粉煤灰) 之總鹼含量的計算，須為水泥用量中的鹼含量，加上粉煤灰用量中的鹼含量之六分之一，並以 Na_2O 當量表示。標準測試方法須採用 EN 196-2 標準；
- 使用 Type IV 水泥 (火山灰性)；
- 使用能夠減低鹼硅反應之膨脹的摻合料，如粉煤灰、粒化高爐礦渣粉等；

- 減低混凝土結構的飽和度，例如：使用防水外膜。

第十九條

混凝土中氯化物含量

混凝土中的氯化物含量，按膠凝材料質量計算並以氯離子（Cl⁻）百分比來表示，其數值不得超過表八中的顯示值。

表八 混凝土配比中氯化物之最大含量

混凝土最終用途	氯化物最大含量 (以膠凝材料質量計)
素混凝土	1.00%
鋼筋混凝土 (或含有其他金屬埋件)	0.20 % (適用於暴露級別 1 及 2) 0.10 % (適用於暴露級別 3)
預應力混凝土	0.06% (適用於暴露級別 1、2 及 3)

實測硬化混凝土中氯離子總含量須符合表九的規定，氯離子含量測定按 BS1881-124 進行。通過實驗確定混凝土的氯離子總含量與水溶性氯離子含量的關係後，可採用水溶性氯離子含量控制。

表九 硬化混凝土中氯化物之最大含量

混凝土最終用途	氯化物最大含量 (以混凝土質量計)
素混凝土	0.15%
鋼筋混凝土 (或含有其他金屬埋件)	0.03% (適用於暴露級別 1 及 2) 0.015 % (適用於暴露級別 3)
預應力混凝土	0.009% (適用於暴露級別 1、2 及 3)

第二十條

耐久性

要生產和建造能夠滿足各項設計功能要求，並且在其結構使用年限中能足夠抵禦環境因素及使用條件影響之耐久混凝土，須考慮以下幾點：

- 選擇合適的組成材料，當中有害物質含量不能損害混凝土的耐久性或引致鋼筋銹蝕；
- 選擇合適混凝土配比，從而使混凝土：
 - 能滿足所有既定之塑性和硬化狀態的行為準則；
 - 能被澆注和搗實，從而為鋼筋形成一緊密的保護層；
 - 能夠抵抗內部侵蝕性作用（參看第十八條）；
 - 能夠抵抗由環境所引起的外來侵蝕性作用，如氣候、空氣及液體污染物、受污染之土壤，或由力學方面之攻擊所引起的如磨損；
- 採納適當之混凝土拌合物的拌合、澆注及搗實程序，從而讓混凝土之組成

- 材料能均勻分佈，沒有析離現象，及讓混凝土獲得一個內部緊密的結構；
- 採用適當的材料、配比，和合適的方法，將放熱性的水泥水化反應帶來的混凝土內部最高溫度限制至 70°C (或制訂其他措施來減少高強混凝土溫度之不良影響)，例如大體積結構或大體積構件 (最小尺寸大於一米或水化熱足以影響混凝土體積穩定性時)。要控制及限制水化熱過程，可遵照幾種程序，例如使用散熱裝置、適當放置溫度計、使用適合的外加劑、適量的摻合料和水泥，並訂立一周詳之接縫佈局計劃、製作先後次序及時間安排計劃。於養護期間，高強混凝土溫度有可能引致的不良影響包括有：強度明顯減低、孔隙明顯增加、及鈣礬石後期之形成，增加混凝土結構廣泛開裂及破壞的危險，應注意加強濕養護和採取保溫措施，並適當延長養護時間；
 - 採用適當的準則來控制及限制混凝土於施工早期階段出現的收縮開裂，對製作次序、製作中斷期、接縫布置及資料訂立適當的計劃，例如長直結構、寬面構件及特殊防水結構如水塘、泳池及排污結構；
 - 採用適當的養護方法，使表面區域 (混凝土保護層) 能獲得配比預期的性能 (參看第三十四條)。例如在凝結過程中，將混凝土內外對熱膨脹/收縮之限制而引起的表面收縮開裂現象減少是重要的。除了制訂專門的設計規定之外 (對開裂界定恰當的正常使用極限狀態)，任何混凝土構件的表面與質心之間的溫差不得超過 20°C；
 - 如使用熱加速養護方法，為了防止表面開裂的破壞出現，須採取適當程序以控制冷卻和加熱速度、在冷卻期間保護表面避免濕度快速損失、並確保混凝土內部溫度在加熱期間不超過 70°C (或制訂其他措施來減少高強混凝土溫度之不良影響)。

所有上述方面必須加以控制和驗證，由承建商或生產商/供應商根據特定的角色和職責，進行生產控制手段，以符合第五章的各條款要求。

第二十一條

環境作用之抵抗能力

一、環境暴露級別

環境作用可視為混凝土暴露於環境中的化學及物理作用，其產生的影響有別於結構分析中所考慮的外來作用力或荷載所產生的內力影響。

根據環境情況，可將其分為乾燥環境、潮濕環境、海洋環境或化學侵蝕性環境等三級。

根據環境對配筋混凝土結構的侵蝕程度，將環境作用分為 A、B、C、D、E、F 等 6 級，見表十。

表十 環境作用等級

級別	作用程度	級別	作用程度
A	可忽略	D	嚴重
B	輕度	E	非常嚴重
C	中度	F	極端嚴重

表十一說明了相對於混凝土有可能暴露於的不同環境條件之暴露級別。

表十一 環境條件的暴露級別

暴露級別	環境條件的例子
1 (乾燥環境)	混凝土不直接暴露於潮濕環境（空氣、水、地下水或天然土壤），例如在其整個結構使用年限內永久處於乾燥環境中的上蓋內部構件，並確保能防護濕氣。
2 (潮濕環境)	混凝土暴露在非侵蝕性之潮濕環境（空氣、水、地下水或天然土壤），例如於潮濕環境中的上蓋外部構件、地底及水中結構（如非侵蝕性之環境）；水箱、橋的地基和基層結構、戶外路面、停車場樓面、在高濕環境中的上蓋內部構件（如：洗衣房）、水力結構（如非侵蝕性之環境）。
3 (海洋環境或化學侵蝕性環境)	混凝土與海洋環境接觸（空氣、海水、根據表八之帶有侵蝕性的水或帶有侵蝕性天然土壤），例如於沿海區域暴露於空氣中之鹽份的上蓋外部構件、近海的地底基層結構、永久被淹沒於水中、或暴露於潮汐漲退及受水飛濺環境下的海上結構，或混凝土與化學侵蝕性環境接觸（被化學污染的空氣、水或地面），例如暴露於游泳池、工業環境中或與化學侵蝕性污水接觸的結構。

對於暴露級別為 1 的環境，其環境作用等級為 A。對於暴露級別為 2 的環境，其環境作用等級為 B。

對於暴露級別為 3 的環境，可進一步根據對配筋混凝土的環境作用等級進行細分，見表十二。

表十二 環境類別及作用等級

環境類別	環境條件		作用等級	示例
近海或海洋環境 ⁽¹⁾	大氣區	輕度鹽霧區。離漲潮岸線 200m 至 500m 內的陸上環境。	D	鹽霧區的上部結構
		重度鹽霧區。離漲潮岸線 200m 內的陸上環境和海上的大氣環境。	E	
	水位變化區		E	水位變動區的構件
	浪濺區		F	浪濺區的構件
	水下區		D	長期浸沒水中的構件
	土中區	非乾濕交替		D
乾濕交替		E	處於非飽和土中的構件	
其他氯鹽環境 ⁽²⁾	低氯離子濃度		C	與含相應濃度氯離子的土體或水體接觸的構件
	較高氯離子濃度		D	
	高氯離子濃度		E	
大氣污染環境	機動車廢氣		C	受廢氣直射的構件
	酸雨（酸雨 pH 值小於 4 時按 E 級）		D	受酸雨頻繁作用的構件
	鹽鹼地區含鹽分的大氣和雨水作用		D	鹽土地區受雨淋的構件
鹽鹼結晶環境	輕度鹽結晶		E	與含鹽土壤接觸的構件露出地面的“吸附區”
	重度鹽結晶		F	
其他化學腐蝕環境 ⁽³⁾	見表十四			與含腐蝕性介質的土體和水體接觸的構件

註：

(1) 距離漲潮岸線 500m 內的陸地為近海環境，處於海中為海洋環境，海洋環境中的水下區、水位變動區、浪濺區和大氣區的劃分見表十三。

(2) 地表或地下水中氯離子濃度 (mg/L) 的劃分為：低為 ≥ 100 且 < 500 ，中等為 ≥ 500 且 < 5000 ，高為 ≥ 5000 且不大於海水中氯離子濃度。土中氯離子濃度 (mg/kg) 的劃分為：低為 ≥ 150 且 < 750 ，中等為 ≥ 750 且 < 7500 ，高為 ≥ 7500 且不大於海水中氯離子濃度的 1.5 倍。其中氯離子濃度按一年中最大氯離子濃度計算。與含氯離子水體或土體非直接接觸、但受到和可能受到其影響的構件，環境作用等級可根據情況取同等級或降低一級，若構件周邊永久浸沒水中或永久處於飽和土體中，環境作用等級可降低一級，但不應低於 C 級。

(3) 不包括海水環境。同時含有氯離子和其他化學腐蝕的環境，其環境等級按其他氯鹽環境（無凍融作用）和表十四中較大的等級。

表十三 海洋環境中混凝土部位劃分

掩護條件	劃分類別	大氣區	浪濺區	水位變動區	水下區
有掩護	按港工設計水位	設計高水位加 1.5m 以上	大氣區下界至設計高水位減 1.0m 之間	浪濺區下界至設計低水位減 1.0m 之間	水位變動區以下
無掩護	按港工設計水位	設計高水位加 ($\eta_0 + 1.0m$) 以上	大氣區下界至設計高水位減 η_0 之間		
無掩護	按天文潮位	最高天文潮位加 0.7 倍百年一遇有效波高 $H_{1/3}$ 以上	大氣區下界至最高天文潮位減百年一遇有效波高 $H_{1/3}$ 之間		

註：
(1) η_0 為設計高水位時重現期為50年、波列累積頻率為1%波高 $H_{1\%}$ 的波峰面高度。
(2) 當浪濺區上界計算值低於碼頭面高程時，應取碼頭面高程為浪濺區上界。
(3) 當無掩護條件的海港工程混凝土結構無法按港工有關規範計算設計水位時，可按天文潮潮位確定混凝土的部位劃分。

表十四 其他化學腐蝕環境及其作用等級

化學腐蝕環境		作用等級			測試標準
		C	D	E	
水中 SO_4^{2-} (mg/L)		$\geq 200, < 1000$	$\geq 1000, < 4000$	$\geq 4000, < 10000$	ASTM D 516
土中 SO_4^{2-} (mg/kg)	強透水土層	$\geq 300, < 1500$	$\geq 1500, < 6000$	$\geq 6000, < 15000$	BS 1377-3
	弱透水土層 ⁽¹⁾	$\geq 1500, < 5000$	$\geq 5000, < 15000$	$\geq 15000, < 50000$	
水中 Mg^{2+} (mg/L)		$\geq 300, < 1000$	$\geq 1000, < 3000$	$\geq 3000, < 4500$	ASTM D 511
水的 pH 值	水或強透水土層	$\geq 5.5, < 6.5$	$\geq 4.5, < 5.5$	$\geq 4.0, < 4.5$	ASTM D 1293
	弱透水土層	$\geq 4.5, < 5.5$	$\geq 4.0, < 4.5$	$\geq 3.5, < 4.0$	
水中 CO_2 (mg/L)	水或強透水土層	$\geq 15, < 30$	$\geq 30, < 60$	$\geq 60, < 100$	ASTM D 513
	弱透水土層	$\geq 30, < 60$	$\geq 60, < 100$	≥ 100	
氨型氮, NH_4^+ (mg/dm ³)		—	< 50	—	ASTM D 1426
註：					
(1) 滲透係數小於 10^{-5} m/s 或 0.86m/d 的土體為弱透水土層。					

- (2) 水中及強透水土層中的硫酸鹽和鎂鹽環境，如無干濕交替，表中數值可乘 1.5。
- (3) 含氯鹽的鹹水中不單獨考慮鎂離子的侵蝕作用。
- (4) 硫酸鹽作用等級或 CO₂ 作用等級為 D 或 D 級以上的構件，如處於流動地下水中，應考慮在構件的混凝土表面設置防腐面層或塗層。
- (5) 高壓水頭下可加重硫酸鹽的化學腐蝕。
- (6) 當同時受到多項化學腐蝕環境作用時，取其中最高的單項作用等級；如有兩個或兩個以上化學因素的作用等級均達到相同的最高等級，則應再提高一級。

二、 混凝土耐久性要求

表十五給出了結構的設計使用年限分級。如沒有特定結構使用年限，按結構使用年限 50 年為設計考慮。表十六說明採用單一水泥或 Type I 水泥和粉煤灰、粒化高爐礦渣粉、硅灰等作為膠凝材料時，每一暴露級別的混凝土耐久性要求，當中規定最少膠凝材料用量、最大水膠比和最小強度級別。摻合料的適宜摻量見表十七。

當在環境暴露級別為 3 時，應按 DB44/T566 或 JTG/T B07-01 測定及提出混凝土的抗氯離子侵入性指標，並應滿足表十八或表十九的要求。對於環境作用等級為 F 的結構，宜同時採取摻加阻鏽劑等其他技術措施。

表十六中的最大水膠比、表十八中的電量值、表十九中的氯離子擴散係數均與表二十中的混凝土保護層厚度相對應；當不能滿足表二十中的混凝土保護層厚度要求時，需採用更小的水膠比、更低的電量值或氯離子擴散係數。

這些規定的效力是基於假設混凝土於正常保養情況下的結構使用
年限。

表十五 結構的設計使用年限分級

級 別	設計使用年限	名 稱	示 例
一	不少於 50 年	一 般 建 築 物 和 構 造 物	一般民用建築如公寓、住宅 以及中小型商業和文體衛生 建築，大型工業建築
		次 要 的 土 木 設 施 工 程	城市一般道路上的橋涵
二	不少於 70 年	高 層 建 築 或 大 型 建 築 物	高層住宅以及大型商業和文 體衛生建築
三	不少於 100 年	重 要 建 築 物	標誌性、紀念性建築物，大 型公共建築物如大型的博物 館、會議大廈和文體衛生建 築，政府的重要辦公樓，大 型電視塔
		重 要 土 木 基 礎 設 施 工 程	大型橋樑，隧道，高速和一 級公路上的橋涵，城市幹線 上的大型橋樑、大型立交 橋，城市地鐵輕軌系統

表十六 暴露環境之耐久性要求

設計使用年限	要求	暴露級別及環境作用等級					
		1	2	3			
		A	B	C	D	E	F
50 年	最少膠凝材料用量 (kg/m ³)						
	- 素混凝土	230	260	300	330	330	330
	- 鋼筋混凝土	300	330	350	350	360	380
	- 預應力混凝土	330	350	380	380	380	380
	最大水膠比						
	- 素混凝土	0.70	0.65	0.55	0.50	0.45	0.40
	- 鋼筋混凝土	0.55	0.50	0.40	0.38	0.36	0.34
	- 預應力混凝土	0.50	0.45	0.40	0.38	0.36	0.34
	最小強度級別						
- 素混凝土	B15	B20	B30	B30	B35	B35	
- 鋼筋混凝土	B30	B35	B40	B40	B45	B45	
- 預應力混凝土	B35	B40	B45	B45	B45	B45	
70 年	最少膠凝材料用量 (kg/m ³)						
	- 素混凝土	260	280	300	330	350	350
	- 鋼筋混凝土	330	350	380	380	380	400
	- 預應力混凝土	350	380	400	400	400	400
	最大水膠比						
	- 素混凝土	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	- 鋼筋混凝土	0.50	0.45	0.35	0.34	0.34	0.33
	- 預應力混凝土	0.45	0.40	0.35	0.34	0.34	0.33
	最小強度級別						
- 素混凝土	B20	B25	B30	B30	B35	B40	
- 鋼筋混凝土	B35	B40	B45	B45	B50	B50	
- 預應力混凝土	B40	B45	B50	B50	B50	B50	
100 年	最少膠凝材料用量 (kg/m ³)						
	- 素混凝土	280	300	330	350	380	380
	- 鋼筋混凝土	350	380	400	400	400	400
	- 預應力混凝土	380	400	400	400	400	400
	最大水膠比						
	- 素混凝土	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	- 鋼筋混凝土	0.45	0.40	0.35	0.34	0.33	0.32
	- 預應力混凝土	0.40	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32
	最小強度級別						
- 素混凝土	B25	B30	B35	B35	B40	B40	
- 鋼筋混凝土	B40	B45	B50	B50	B50	B50	
- 預應力混凝土	B45	B45	B50	B50	B50	B50	

表十七 礦渣微粉、粉煤灰和硅灰等摻合料的摻量

摻合料種類	摻合料適宜摻量，%			
	總摻量	礦渣微粉	粉煤灰	硅灰
礦渣微粉	50~80	50~80	---	---
礦渣微粉+硅灰	50~80	45~77	---	3~5
礦渣微粉+粉煤灰	50~70	25~65	5~25	---
礦渣微粉+粉煤灰+硅灰	50~70	17~62	5~25	3~8
粉煤灰+硅灰	25~50	---	17~45	5~8

表十八 混凝土中的電量值指標(56d 齡期,C)

設計使用年限	100 年		70 年		50 年	
環境作用等級	C、D	E、F	C、D	E、F	C、D	E、F
6h 電量值	<950	<800	<1100	<800	<1350	<950

表十九 混凝土中的氯離子擴散系數 $D_{RCM}(28d \text{ 齡期}, 10^{-12} \text{m}^2/\text{s})$

設計使用年限	100 年		70 年		50 年	
環境作用等級	C、D	E、F	C、D	E、F	C、D	E、F
氯離子擴散係數	≤ 6	≤ 4	≤ 7	≤ 4	≤ 10	≤ 6

表二十 混凝土保護層最小厚度 單位為毫米

環境作用等級		C	D	E	F
板、牆等 面形構件	設計使用年限 50年	35	40	45	50
	設計使用年限 70 年	40	45	50	55
	設計使用年限 100年	45	50	55	60
梁、柱等 條形構件	設計使用年限 50年	40	45	50	55
	設計使用年限 70 年	45	50	55	60
	設計使用年限 100年	50	55	60	65

註：

- (1) 混凝土保護層最小厚度指最外側鋼筋外表面至混凝土表面的距離。其中沒有考慮施工允差。
- (2) 用於構件結構計算和標注於施工圖上的混凝土保護層名義厚度，不應小於保護層最小厚度與施工負允差之和。施工負允差應根據施工單位生產水準確定，對於現澆混凝土不應低於10mm，預製混凝土不應低於5mm。
- (3) 表中的數值對應於鋼筋混凝土。對於具有連續密封套管（或導管、孔道管）的預應力鋼筋，保護層厚度為套管外緣至混凝土表面的距離，保護層最小厚度宜比表中數值增加10mm，並不應小於1倍管道直徑；對於沒有連續密封套管的預應力鋼筋，保護層最小厚度宜比表中數值增加30mm。
- (4) 預應力筋的錨固端應有足夠厚度的混凝土保護層，金屬錨具的混凝土保護層最小厚度在C類環境下不應小於90mm，在D類環境下不應小於95mm，E類環境下不應小於100mm，F類環境下不應小於105mm，並宜加塑膠密封罩。

第二節

混凝土規格

第二十二條

總則

混凝土規格須以其所有性質來定明，這是對其性能作一全面描述所必需的。

該規格須包括對運送、澆注、搗實和養護期間任何要求的標識。如有需要，亦須包括特別要求，例如須要獲得特別裝飾完成面。

對結構性構件應使用認證混凝土。若使用非認證混凝土，必須按本標準要求提交相關資料及徵得土地工務運輸局書面同意，使用期間須按本標準進行驗收控制。

第二十三條

規格

一、基本要求

必須指定下列之特性：

- 混凝土強度等級；
- 水泥種類及強度等級；
- 摻合料種類及摻量；
- 粗骨料最大尺寸；
- 水膠比；
- 暴露級別和混凝土的最終用途（素混凝土、鋼筋混凝土和預應力混凝土）；

- 稠度級別。

硬化混凝土是以如表二十一中說明的 150mm 立方試件之 28 天單軸抗壓強度來界定等級。亦可用高 300mm 和直徑 150mm 的圓柱試件作強度測定，其數值亦於表二十一中說明。

表二十一 混凝土強度等級

強度級別	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	B70	B80
立方試件 (MPa)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80
圓柱試件 (MPa)	12	16	20	24	28	32	36	40	45	50	60	70

表二十二、二十三、二十四和表二十五所顯示的數值適用於界定混凝土拌合物之稠度。這些稠度級別之間並沒有直接關係。

稠度可參照表中稠度級別來確定，或可在特別情況下以指標值來規定。

指標值及其相關之允許誤差如下：

- 塌落度指標值及相關之允許誤差，並以毫米表示：
 - ≤ 40 (± 10) 或 50 至 90 (± 20) 或 ≥ 100 (± 30)
- 韋柏時間指標值及相關之允許誤差，並以秒表示：
 - ≥ 11 (± 3) 或 10 至 6 (± 2) 或 ≤ 5 (± 1)
- 搗實指數指標值及相關之允許誤差：
 - ≥ 1.26 (± 0.10) 或 1.25 至 1.11 (± 0.08) 或 ≤ 1.10 (± 0.05)

- 流動直徑指標值及相關之允許誤差，並以毫米表示：
 - 所有數值（±30）

表二十二 塌落度級別

級別	塌落度 (mm)
S1	10 至 40
S2	50 至 90
S3	100 至 150
S4	160 至 210
S5 ^(註)	≥ 220

表二十三 韋柏級別

級別	韋柏 (秒)
V0 ^(註)	≥ 31
V1	30 至 21
V2	20 至 11
V3	10 至 6
V4 ^(註)	5 至 3

表二十四 搗實級別

級別	搗實度
C0 ^(註)	≥ 1.46
C1	1.45 至 1.26
C2	1.25 至 1.11
C3	1.10 至 1.04

表二十五 流動度級別

級別	流動直徑 (mm)
F1(註)	≤ 340
F2	350 至 410
F3	420 至 480
F4	490 至 550
F5	560 至 620
F6(註)	≥ 630

註：這些測試方法對於某些稠度值缺乏敏感度，建議對以下稠度使用稠度測試：

- 塌落度 ≥10mm 及 ≤ 210mm
- 韋柏時間 ≤30 秒 及 >5 秒
- 搗實度 ≥1.04 及 <1.46
- 流動直徑 >340mm 及 ≤620mm

二、關於配比特性和混凝土拌合物性能之附加要求

可指定以下特性：

- 含氣量；
- 加速的強度發展；
- 水化反應期間的熱力發展；
- 延緩的水化反應；
- 骨料類型和尺寸的特別要求；
- 抗鹼硅反應和抗硫酸鹽侵蝕的特別要求；
- 氯離子含量之指標要求；
- 關於混凝土拌合物溫度的特別要求；
- 其他附加的技術要求（例如：特別裝飾完成面或特殊之澆注方法）。

對於行車路面，或當要求混凝土能抵抗磨損時，必須滿足以下附加要求：

- 混凝土強度等級最小為 B40 ；
- 粗骨料洛杉磯磨損測試結果須不大於 30% ；
- 混凝土磨坑長度測試結果須不大於 35.0mm 或耐磨度測試結果須不小於 1.2 ；
- 碎骨料 ；
- 高粗骨料比例 ；
- 依照第三十四條第三款來延長養護時間 。

對於預拌混凝土，承建商亦應對接收、運送及其他程序和工地的限制指出特別條件，例如：

- 每日的混凝土數量 ；
- 交貨時間和速度 ；
- 混凝土稠度損失值 ；
- 特別之工地設備（泵，運送帶）；
- 運送車輛的類型、大小、高度或重量的限制 。

三、關於硬化混凝土性能的附加要求

可指定以下特性：

- 表觀密度 ；
- 抗滲水能力 ；
- 抗氯離子滲透能力 ；
- 抗化學侵蝕能力 ；
- 抗磨損能力 ；
- 抗高溫能力 ；
- 毛細管之吸收 ；
- 彈性模數（楊氏模數）；

- 收縮和蠕變；
- 早期混凝土收縮變形；
- 早期抗裂。

當需要防水混凝土時，必須驗證其抗滲水能力，並且必須滿足第四十八條之要求。

當需要抗氯離子混凝土時，必須驗證其抗氯離子性能，並且必須滿足第五十條之要求。

四、混凝土標示

混凝土須以一縮寫代號標示，並須具有下列順序的資料：暴露級別，混凝土等級（如 B25、 B30、 B35），以毫米計算之粗骨料最大尺寸（如 15、 20、 25）及稠度級別（如 S1、 S2、 S3）。

舉例：2B30/25S2 暴露級別為 2（潮濕環境），混凝土級別為 B30，粗骨料最大尺寸為 25mm 及稠度（塌落度）級別為 S2。

第二十四條

測試方法

一、混凝土拌合物

表二十六列出混凝土拌合物性能之測試方法。

表二十六 混凝土拌合物性能及標準測試

性能		測試標準
稠度	塌落度	ISO 1920-2
	韋柏稠度	ISO 1920-2
	搗實度	ISO 1920-2
	流動度	ISO 1920-2
	表觀密度	ISO 1920-2
	含氣量	ISO 1920-2
	泌水	ASTM C232
	氯離子含量	BS 1881: Part 124
	水膠比	BS 1881: Part 128
	凝結時間	ASTM C 403

二、硬化混凝土

表二十七列出硬化混凝土性能的測試方法。

表二十七 硬化混凝土性能及標準測試

性能		測試標準
力學強度	抗壓	ISO 1920-4
	抗折	ISO 1920-4
	劈裂抗拉	ISO 1920-4
	直接抗拉	RILEM CPC7
試件之製作及養護		ISO 1920-3
彈性模數		ASTM C 469
吸水率		BS 1881-122
水膠比		BS 1881-124
氯化物含量		BS 1881-124
抗磨損力	磨坑長度	GB/T 12988
	耐磨度	GB/T 16925
抗氯離子滲透能力		GB/T 50082
抗滲水能力		ISO 1920-5
乾縮率		BS 1881: Part 5
早期收縮		GB/T 50082
早期開裂		GB/T 50082
密度		ISO 1920-5 ⁽²⁾
註： (1) 可選擇只做磨坑長度與耐磨度其中一項。 (2) 當知道混凝土的烘乾密度和表觀密度之比例時，硬化混凝土密度也可以 ISO 1920-4 標準來測定。		

第四章

生產、運送、澆注和養護

第一節

混凝土生產

第二十五條

人員

於生產工地中，須有一個具有充分認識及經驗之合資格技術人員在場負責生產，如生產預拌混凝土，該人員亦須負責其交貨。同時須有一個對混凝土技術範疇具有充分認識及經驗之人員負責生產控制，例如生產，測試及控制方法。

第二十六條

儀器及設備

一、物料貯存

須具備適當貯存量之物料、水泥、骨料、摻合料及外加劑，從而確保能保持既定之生產及交貨速度。每種物料之運送及貯存須避免將其摻亂、污染或變質。

於運送和貯存水泥及摻合料期間，須禦防濕氣及雜質。不同級別之水泥及摻合料須清楚標示及存放從而避免任何出錯可能。袋裝水泥之存放須能讓其按交貨先後次序被使用。

如分開交貨時，不同粒徑或種類之骨料不得被疏忽摻亂。須避免不同粒徑部分產生析離。

外加劑之運送及貯存須防止其品質受到物理或化學作用影響（如溫度過高），並須清楚地標示從而排除任何出錯可能。

在物料貯存，運送及秤量之地點須保持適當之工作條件以方便物料取樣。

二、配量量度儀器

配量量度儀器之準確度級別須符合表二十八所顯示的要求，並處於正常狀態。組成材料配量須能達到表二十九所顯示的準確度值。

兩個相鄰刻度或數碼示值之間的最小差值（分度值）應代表一個不大於其量度範圍的五百分之一的質量。

表二十八 配量量度儀器之準確度

刻度顯示器或數碼顯示器的位置	準確度要求	
	按裝期間	運作期間
0至刻度顯示器或數碼顯示器最大值的 1/4 之間	0.5%	1.0%
從刻度顯示器或數碼顯示器最大值的 1/4 至其最大值	0.5%	1.0%

表二十九 材料配量之準確度

材料	準確度要求
水泥	要求份量的± 2%
水	
骨料	要求份量的± 3%
摻合料	要求份量的± 2%
外加劑	

三、 混凝土攪拌機

混凝土攪拌機須視乎其容量，於某一拌合時間內，能獲得組成材料均勻分佈及工作度條件均勻之拌合物。

混凝土攪拌車須能讓混凝土拌合物於均勻狀態下交貨。

第二十七條

組成材料之配量

對於每一種混凝土之拌合程序，須具備書面形式之拌合指引，當中詳細列明組成材料的種類及份量。

應定時測定骨料的含水量，並據此將混凝土實驗室配合比轉換為施工配合比進行配料。

組成材料之配量須符合表二十九中所顯示的準確度要求。

水泥、骨料及粉狀摻合料須以質量來量度。但是如果其他方法能達到所要求之配量準確度，可準許使用該方法。水、液體外加劑及摻合料可以用質量或體積兩者其中一種方法來量度。

第二十八條

混凝土之拌合

組成材料須在一混凝土攪拌機或混凝土攪拌車中拌合直至獲得一均勻混合物。當所有材料已經放入攪拌機時，須視為拌合開始。混凝土攪拌機不得盛裝大於其工作容量的裝卸量。

如加入少量外加劑，須預先將其拌合於部分的拌合水中（參看第十三條）。

按照設計要求控制出機稠度。

當高度塑化型外加劑須於工地加入時，由於其作用非常快速，應於加入外加劑前將混凝土均勻拌合。加入外加劑後，須再一次拌合混凝土直至外加劑完全及均勻地分佈於混凝土中。對於某些種類的外加劑，當在現場添加時，可能導致泵送困難、堵泵等現象，應特別注意。

於運送、交貨/接收及澆注期間禁止更改混凝土之配比，特別是嚴禁加水。

根據現場回饋，調整混凝土生產速度，以免混凝土在現場積壓。

第二節

混凝土拌合物之運送、澆注和養護

第二十九條

人員

參與運送、澆注及養護混凝土之人員須具有專門工作之智識、資格及經驗。

於工地中，須由一個具有合適經驗及認識之人員來負責混凝土之接收、運送、澆注及養護。於混凝土澆注期間，該人員必須在場。

第三十條

運送

於運送及卸載期間須採用適當措施避免材料析離、組成材料損失或污染。

混凝土攪拌車在運輸過程中罐體應低速轉動。必要時，攪拌車滾筒外部包保溫套，以降低滾筒內混凝土溫升。

運送混凝土之最長時間基本上視乎其配比及天氣情況而定。一般而言，須盡量減少混凝土的停留時間，按 90 分鐘控制，即混凝土出機 90 分鐘之內應澆築完畢。

第三十一條

交貨

一、 如使用預拌混凝土時，生產商須提供的資料

承建商須要求提供混凝土配比的資料，從而對混凝土拌合物適當地進行澆注及養護，並且評估此結構之強度發展。生產商須應要求於交貨前或交貨期間（視乎那一方式較方便）提供這些資料。需提供的資料應包括下列各點：

- 水泥之種類、強度等級及來源；
- 骨料之種類及相應特性；
- 外加劑之類型及由生產商發出的技術說明；
- 摻合料之類型及配量（如使用時）；
- 水膠比；
- 配比之試拌測試結果，例如生產控制或最初測試結果。

二、 預拌混凝土之交貨單據

每次交貨時，生產商須於卸載混凝土前向承建商提供交貨單據。單據須至少具有以下資料，並以打印、蓋印或手寫方式表示：

- 預拌混凝土廠之名稱；
- 單據編號；

- 拌合日期和時間，即水泥與水之最初接觸；
- 混凝土攪拌車編號；
- 承建商名稱；
- 工地之名稱及地點；
- 混凝土規格、資料或規格索引，例如配合比識別碼，訂單編號；
- 混凝土之交貨量並以立方米計；
- 認證組織之名稱（如相關）。
- 此外，交貨單據亦須包含：
- 混凝土強度等級；
- 稠度級別；
- 暴露級別或配比之限制；
- 水泥種類及強度等級；
- 外加劑及摻合料之類型（如使用時）；
- 特殊性能要求。

三、由承建商生產的現場拌合混凝土之交貨

於重要工程使用由承建商生產的現場拌合混凝土、或當生產不同種類之混凝土時，須提供第一款和第二款所述的資料。

第三十二條

交貨時的稠度

如交貨時的混凝土稠度不符合第四十六條之規定，該混凝土可被拒收。

如混凝土通過再次添加外加劑的方式，可以調整到稠度符合第四十六條之規定，該混凝土可被接受。其總用量不宜超過生產商建議的最大值。

第三十三條

澆注及搗實

為了把工作度損失減至最低，混凝土於拌合後須盡早進行澆注。混凝土須於拌合開始後之一小時三十分鐘（九十分鐘）的最大時限內進行澆注。如使用緩凝外加劑，混凝土能被澆注之工作時間須根據試拌測試所測定的凝結開始時間來調整。

於澆注期間，須限制混凝土自由落下的高度以避免析離產生，並且不得超過二米之高度。

利用尺規檢查混凝土的分層厚度，以便控制混凝土分層厚度和澆築速度。

於澆注期間，須小心搗實混凝土，尤其鋼筋或預應力混凝土之鋼筋、套管及錨固的周圍以及模板角位，從而造成無孔隙之搗實體，尤其是在鋼筋及錨固的保護層。

若混凝土採用插入式振搗方式，應做到“快插慢拔”，每個振搗點依次振搗，避免漏振和少振現象發生。以混凝土表面呈水準不再顯著下沉，不再有較大氣泡，表面泛漿穩定，且氣泡較少時為準。

當澆注及搗實混凝土時，須小心避免鋼筋、預應力鋼索、套管、錨固及模板移位或損壞。

掌握好混凝土初凝前的二次振搗時間，以增加混凝土密實度，減少混凝土內部微裂縫。

如對完成面有任何特殊要求，須遵照附加之規定。

第三十四條

養護及保護

一、 總則

為使混凝土能獲得所需及預期之性能，尤其在表面部份，須於適當之時期進行適當之養護及保護程序。

養護是一種防止過早變乾的方法，尤其在乾燥天氣、烈日暴曬或強風環境出現時。保護是一種方法以防止細小粒子被雨水或流水沖走、避免澆注後之早段期間突然冷卻、或避免較大之內部溫差、或避免一些能破壞混凝土及影響混凝土對鋼筋緊貼性的振動及撞擊。

預防變乾措施包括防止或大量地減少混凝土內的水分被蒸發，可使用第二點所列之方法對混凝土表面進行表面養護。

然而，可使用滯水型外加劑於混凝土內部進行預防變乾措施。

搗實混凝土後，應盡早開始養護及保護。養護須在混凝土之完成面程序完畢後盡早開始，但不應損壞完成面。為避免早期收縮開裂，可能需要在完成面程序前進行初次養護。

二、 養護方法

遵循先澆築先養護的原則，可單獨或聯合使用以下之方法，並須在工地的工作開始前確定。混凝土之養護方法可分為用水方法或不用水方法，宜採取用水方法。除對溶解殘餘物和懸浮殘餘物無要求外，養護用水的其他要求同拌合水：

(一)用水方法

- 使用已飽和於清水中的物料覆蓋混凝土表面，並使用塑膠膜保護這些物料避免變乾，使水氣不能外洩；
- 於混凝土表面灑上清水以保持表面持續及明顯地濕潤；
- 於混凝土表面保持一層清潔水份；
- 早期噴淋養護，後期灑水養護。

(二)不用水方法

- 保持模板不拆卸，並採用以下其中一種方法來對暴露表面進行養護；
- 使用最小 0.125 mm 厚，並完全防水及防水氣之塑膠膜覆蓋混凝土表面，須緊貼於結構並且沒有開口，從而避免膜與混凝土表面之間的氣流；
- 噴或塗上養護膜。

三、養護時間

養護時間之長短視乎混凝土表面區域（鋼筋保護層）能獲得某防水程度（水及水氣）所需之時間而定。並且關係到混凝土之成熟程度（水泥之水化反應情況）及環境條件。

表三十中顯示按結構類型及水泥種類而定之最少養護時間。

另外，最少養護時間可以根據混凝土強度達到指定強度級別值的 70% 之齡期來確定。但對於盛水結構（例如水塘或水箱）或有防水要求、或對於路面及抗磨損混凝土，其最少養護時間可以根據混凝土強度達到指定強度級別值的 85% 之齡期來確定。

表三十 最少養護時間

結構類型	Type I 水泥	其他種類水泥或加入摻合料的 Type I 水泥
對於盛水結構或需有防水要求	14 天	28 天
行車路面及抗磨損混凝土	9 天	12 天
抗氯離子混凝土	—	28 天
其他類型	7 天	12 天

四、減低收縮導致的表面開裂

混凝土於硬化期間應受保護，要加強對混凝土溫度控制，使其免受因內部的水化熱發展，混凝土內外對膨脹之限制所造成的破壞。一般而言，混凝土構件的表面與質心之間的溫差不得超過 20°C。

應訂立合適之設計方案來限制開裂情況，減低混凝土內之拉伸應力。例如為適當之施工縫類型及位置、和適當之澆注安排及次序制定適當的程序。

第五章 品質控制程序

第一節

品質控制

第三十五條

內容

混凝土生產主要過程，關於混凝土運送、澆注、搗實及養護之附加過程必需納入品質控制下。

品質控制包括兩個顯著並互相關連的部分：生產控制和合格控制。

第二節

生產控制

第三十六條

總則

生產控制包括所有為了維持混凝土品質及性能符合規定要求之必要措施。包括組成材料之選擇、混凝土配比設計、混凝土製作過程、及對於儀器、組成材料、混凝土拌合物和硬化混凝土之檢查、測試及分析測試結果。生產控制不只包括製作過程期間之檢查、亦包括在澆注前之工地檢查，及於混凝土拌合物運送、澆注、搗實和養護期間之檢查。

於上述所有之連續過程期間，承建商、混凝土拌合物生產商或供應商須於各自規定範圍內進行生產控制。

須具備所有設備及器材，以對儀器、材料及混凝土進行需要之檢查、取樣及測試。

所有關於生產控制的相關資料，不論在工地、預拌混凝土廠、或預製混凝土構件廠，都須記錄在一登記冊中，例如顯示：

- 水泥、骨料、外加劑及摻合料之供應商名稱；
- 水泥、骨料、外加劑及摻合料之交貨單據編號；
- 拌合水之來源；
- 混凝土之稠度；
- 混凝土拌合物之密度；
- 混凝土拌合物之水膠比；
- 拌合水量；
- 水泥、骨料、外加劑及摻合料用量；
- 試件製造日期及時間；
- 試件數目；
- 試件抗壓強度；
- 顯示執行特定階段之混凝土澆注及養護的時間表；
- 養護用水的來源；
- 混凝土澆注及養護期間之溫度及其他天氣狀況；
- 相應某一拌合批量之構件。

對於預拌混凝土，亦須顯示出供應商名稱及交貨單據編號。

如對運送、交貨、澆注、搗實及養護之既定程序有任何更改，應記錄在案並通知負責人。

生產控制程序（於製作階段）可經由一合資格的認證機構作為合格控制之一部份進行驗證。在生產控制範圍內所進行的測試，如經事先同意，可作為合格控制之考慮因素。

第三十七條

製作之控制

一、 承建商對現場拌合混凝土之控制

須對組成材料、儀器、製作過程及混凝土性能進行控制，使其符合本標準之規定及要求。

組成材料的檢查和測試之類型及頻率須遵照表三十一。

儀器之控制須確保擁有的資源處於良好狀態並能達到指定要求，如貯存設施、秤量及量測儀器、混凝土拌合器及其他監控設備（例如骨料含水量之測量儀器）。這些檢查或測試之說明及頻率已在表三十二中顯示。

應根據表三十三進行檢查、驗證及測試，以觀察製作過程是否適當，並觀察混凝土是否符合指定要求。

二、 預拌混凝土生產商或預製混凝土廠對於混凝土在一連續生產過程中之控制

預拌混凝土生產商或預製混凝土廠須如第一款所述，進行表三十一、表三十二及表三十三中的檢查及測試。

在一連續生產過程中，如生產多於一種混凝土，抗壓強度測試之最少頻率須基於混凝土配比系列來決定。

如混凝土使用相同種類、強度級別和來源地的水泥，使用相同地質來源和類型（例如：經壓碎或非壓碎）之骨料，及使用相同類型和來源的外加劑或摻合料，可認為屬於同一混凝土系列。在每一系列中，每一配比的相關性能須記錄在文本內。每一系列中之取樣須覆蓋系列中的所有配比。

三、 承建商對於使用預拌混凝土時之混凝土控制

承建商須如表三十四所示對預拌混凝土進行控制。控制包括工地檢查和工地驗收測試、及當使用的是未經認證之混凝土時，於預拌混凝土廠內之檢查。此外，承建商須從混凝土生產商索取於第三十一條第一款所規定的資料。

表三十一 組成材料之控制

	材料	檢查/測試	目的	最少頻率
1	水泥 ⁽¹⁾	檢查交貨單據	確保來貨是否跟訂購要求一致及來源正確 ⁽²⁾	每次交貨
2	骨料 ⁽³⁾	檢查交貨單據	確保來貨是否跟訂購要求一致及來源正確	每次交貨
3		卸貨前檢查骨料	對級配、形狀及雜質作一般外觀比較	每次交貨
4		篩分析測試	評估是否符合標準或其他同意的級配	i) 新來源的第一次來貨 ii) 目視檢查後有懷疑時 iii) 每星期一次
5		雜質測定	評估雜質是否存在及其數量	i) 新來源的第一次來貨 ii) 目視檢查後有懷疑時 iii) 每月一次
6		檢查標籤	確保來貨是否跟訂購要求一致	每次交貨
7	外加劑 ⁽⁴⁾	檢查外加劑	一般外觀比較	i) 每次交貨 ii) 使用期間
8		密度測定	比較其標稱密度	每次交貨
9	粉狀摻合料 ⁽⁴⁾	檢查交貨單據	確保來貨是否跟訂購要求一致及來源正確	每次交貨
10	懸浮液摻合料 ⁽⁴⁾	檢查交貨單據	確保來貨是否跟訂購要求一致及來源正確	每次交貨
11		相對密度測定	確保均勻一致	每次交貨
12	水	化學分析	確保水中不含有害成份	有懷疑時
13		混凝土或砂漿試件測試	與使用已知品質的水製成的試件之凝結時間及強度作比較	有懷疑時

註：

(1) 建議每星期對每一種類之水泥進行一次取樣及貯存，每當有懷疑時便進行測試。取樣方法可參看 EN 196-7 標準。

(2) 每次交貨的單據中應至少具有其種類、來源及強度級別。

(3) 交貨單據須具有可溶性氯化物最大含量的資料。當須要時，亦須具有對鹼硅反應的敏感度的資料。

(4) 建議在每次交貨時都取樣並貯存。

表三十二 儀器之控制

	儀器	檢查/測試	目的	最少頻率
1	進料斗、貯存堆、筒倉等	目視檢查	確保符合要求	每星期一次
2	秤重儀器	對其運作表現進行目視檢查	確保秤重儀器運作正常	每天
3		校準測試	確保其準確度符合表二十九	i) 每當組裝時 ii) 每六個月
4	外加劑配量器	對其運作表現進行目視檢查	確保量度儀器清潔及運作正常	每一外加劑於一天中的第一次使用時
5		校準測試	避免配量不準確	i) 每當組裝時 ii) 組裝後每月一次 iii) 有懷疑時
6	水錶	水錶的讀數與實際水量比較	確保其準確度符合表二十九	i) 每當組裝時 ii) 組裝後每月一次 iii) 有懷疑時
7	連續不斷地量度細骨料含水量的儀器	儀器的讀數與實際含水量比較	確保其準確度	i) 每當組裝時 ii) 組裝後每月一次 iii) 有懷疑時
8	配量系統	視乎每個配量系統，使用適合之方法，對配量實際成份與預期成份作比較	確保其準確度符合表二十九	i) 每當組裝時 ii) 組裝後每月一次 iii) 有懷疑時
9		目視檢查	確保配量系統運作正常	每天
10	測試器材(包括振動台及試模)	進行符合標準及其他規範文獻之校準測試	檢查是否合格及確保準確度	視乎儀器本身及使用程度作週期性校準測試，並最少每年一次
11	混凝土攪拌器(包括車上攪拌筒)	目視檢查	檢查儀器的損耗情況	每月一次

表三十三 混凝土性能及製作程序的控制

	測試類型	檢查/ 測試	目的	最少頻率
1	混凝土設計 配比之性能	試拌測試	以證實能達到指定 的混凝土性能，並留 有足夠的富餘值	使用新混凝土配比之 前或當使用一種新組 成材料之前
2	混凝土拌合 物中的氯化 物含量	最初測定	確定沒有超出氯化 物最高含量	試拌測試及當組成材 料之氯化物含量增加 時
3	粗骨料之含 水量	乾燥法測試 或其他等同 之測試	以測定骨料的乾質 量及需要加入的水 量	i) 如非連續不斷測 試，須每天進行 ii) 可視乎地區及天 氣狀況進行較多或較 少測試頻率
4	細骨料之含 水量	連續不斷的 量度系統、乾 燥法測試或 其他等同之 測試	以測定骨料的乾質 量及需要加入的水 量	i) 如非連續不斷測 試，須每天進行 ii) 可視乎地點及天 氣狀況進行較多或較 少測試頻率
5		目視檢查	與正常外觀比較	每拌合批量或每次裝 卸量
6	混凝土稠度	稠度測試	評估是否達到所需 之稠度級別及檢查 配水量有否改變	i) 每當製造用於測試 硬化混凝土之試件時 ii) 目視檢查後有懷疑 時
7	混凝土試件 抗壓強度	按 ISO 1920-4 標準 進行測試	評估混凝土配比設 計方案的抗壓強度	按合格控制之頻率及 至少如第四十三條第 四款之規定
8	混凝土拌合 物的用水量	記錄用水量	提供水膠比數據	每個拌合批量
9	混凝土拌合 物的水泥用 量	記錄水泥用 量	檢查水泥用量及提 供水膠比數據	每個拌合批量
10	混凝土拌合 物的摻合料 用量	記錄所摻合 之摻合料的 質量	檢查摻合料用量及 提供水膠比數據	每個拌合批量
11	混凝土拌合 物的外加劑 用量	記錄所摻合 之外加劑的 質量或體積	檢查外加劑用量	每個拌合批量

12	混凝土拌合物之水膠比	水用量總和 除以膠凝材 料用量： (3+4+8+11)/(9)或(9+10)	評估是否獲得指定 的水膠比	每天或指定時
13	均勻性	於一拌合批 量的不同部 份取樣，並對 其性能作目 視比較	評估一拌合批量之 均勻性	有懷疑時
14	滲水性	按 ISO 1920-5 標準進行測 試	評估抗滲水性	i) 試拌測試 ii) 至於往後之測 試，頻率有待同意決定
15	混凝土拌合 物之溫度	量度溫度	評估能否符合所需 或指定之溫度限制	i) 有懷疑時 ii) 如有指定溫度： - 頻率有待同意決定 或 - 如混凝土溫度接近 限制溫度，頻率為每一 拌合批量或每一裝卸 量
16	抗氯離子性 能	按 DB44/T 566 或 JTG/T B07-01 標準 進行測試	評估混凝土抗氯離 子性能	i) 試拌測試 ii) 至於往後之測 試，頻率有待同意決定

表三十四 承建商對預拌混凝土的控制

	驗證項目	檢查/測試	目的	最少頻率
1	交貨單據	目視檢查	確保來貨符合規定	每次交貨
2	混凝土稠度	目視檢查	與正常外觀比較	每次交貨
3		稠度測試	評估是否符合所指定之稠度級別	i) 每當製造用於測試硬化混凝土之試件時 ii) 按照第四十五 0 條
4	混凝土均勻性	目視檢查	與正常外觀比較	每次交貨
5		於一拌合批量的不同部份取樣作比較	評估一拌合批量之均勻性	目視檢查後有懷疑時
6	混凝土之整體外觀	目視檢查	與正常外觀比較，例如顏色	每次交貨
7	混凝土供應商進行的生產控制	驗證預拌混凝土是否為已認證之混凝土，否則應檢查預拌混凝土廠	確保生產控制被確實執行	i) 與新生產商/供應商的首次承購時 ii) 有懷疑時
8	在工地取樣之混凝土試件的抗壓強度測試	按 ISO 1920-4 標準進行測試	評估混凝土配比的抗壓強度	按合格控制所要求
9	在工地取樣之混凝土試件的滲水性測試	按 ISO 1920-5 標準進行測試	評估混凝土抗滲性能	按合格控制所要求
10	在工地取樣之混凝土試件的抗氯離子性能測試	按 DB44/T 566 或 JTG/T B07-01 標準進行測試	評估混凝土抗氯離子性能	按合格控制所要求

第三十八條

澆注前檢查

於澆注過程開始前，除十月七日第 60/96/M 號法令批准的《鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章》第四編所訂立之品質保證的條文外，在工地中亦須至少對以下方面進行檢查：

- 模板之幾何形狀及鋼筋之排放位置；
- 清理模板內的灰塵、木屑及殘餘縛扎線；
- 清理所有經過混凝土鋼筋保護層位置的次要模板鋼固定裝置（如鋼線及鋼片），對於對立的邊模板之間的拉螺杆，如資料詳盡及已批核則除外；
- 於鋼筋與模板之間，使用合適並且不會影響混凝土保護層品質的工廠化預製墊塊（不應使用現場製作的砂漿或混凝土墊塊）；
- 施工縫位置、執行及處理（例如使接縫表面濕潤、使骨料暴露、接合劑的使用）；
- 使木模板濕潤；
- 模板的穩定性；
- 模板的水密性，避免任何漏漿情況；
- 模板的內部表面處理（如：清潔、脫模劑）；
- 清除一些減低對混凝土緊貼之鋼筋表面沉積物（如油脂、油漆、浮銹）；
- 會被埋置於混凝土內之固定裝置的位置、穩定性及清潔。

第三十九條

混凝土拌合物於運送、澆注、搗實和養護期間之檢查

考慮相關規定及良好的建築慣例，於製作過程中須進行至少以下方面之檢查：

一、運送

- 運送混凝土時，要保證滑斗放置牢固，防止因鬆動造成擺動，在行進中打傷行人或影響其他車輛正常運行；
- 裝運攪拌好的混凝土時，攪拌筒轉速為 2~10 轉/分，在運輸過程中，平坦路面上攪拌筒轉速保證在 2~3 轉/分，行駛在側傾斜坡度大於 50 的路面，或左右晃動較大的路面時，須停止攪拌旋轉，待路況好轉後在恢復攪拌旋轉；
- 混凝土攪拌車運送混凝土的時間不能超過攪拌站規定的時間，運送混凝土途中，攪拌筒不得長時間停轉，以防混凝土產生析離現象，司機須時常觀察混凝土情況，發現異常及時通報調度室，申請作出處理；
- 車內裝有混凝土時，在現場停滯時間不得超過一小時，如超時須立刻要求現場負責人給予及時處理；
- 在排出混凝土之前，應使攪拌筒在 10~12 轉/分的轉速下轉動一分鐘，再進行排料。
- 混凝土攪拌運輸車出料結束，應立即用隨車的軟管放水將進料口、出料口、出料斗及出料溜槽等部位沖洗乾淨，排去黏結在車身各處的汙物及殘留混凝土，再向攪拌筒內注水 150~200L 的清水，在返回途中要讓攪拌筒慢速轉動，以清洗內壁，避免殘餘料渣附在筒壁和攪拌葉上，並在再一次

裝料前將這些水放掉。

二、澆注

- 混凝土均勻分佈於模板內；
- 均勻搗實及無析離現象；
- 許可之混凝土最大自由落下高度；
- 逐層澆注的厚度；
- 兩個連續層澆注的時段；
- 澆注速度及在模板內混凝土拌合物上昇的速度，並考慮模板對混凝土拌合物之容許側壓力；
- 混凝土從拌合或交貨到澆注過程之間的時間，並考慮指定時限；
- 連續澆注運作可容許短時間的澆注中斷但不超過一小時，否則應終止澆注運作及應設置施工縫；
- 惡劣環境條件下的特別措施，如高溫、暴雨及強風；
- 施工縫於混凝土硬化前的處理；
- 相鄰澆注部分之間的澆注次序及時段；
- 考慮指定之完成面的完成面工序；
- 考慮環境因素及所需強度發展的澆注方法和養護時間；
- 最近澆注的混凝土沒有被外界振動或撞擊破壞。

三、搗實

- 混凝土插入式振搗方式，應做到“快插慢拔”，力求使混凝土表面呈水準不再顯著下沉，不再有較大氣泡，表面泛漿穩定，且氣泡較少時為準；
- 每點振搗時間 15~20s，振搗棒插入下層混凝土 5cm；
- 振搗點佈置：振動間距為振搗棒有效半徑的 1.5 倍；

- 每個振搗點依次振搗，避免漏振和少振現象發生；
- 在底層鋼筋密集的区域，安排專人在底層負責混凝土振搗；
- 掌握好混凝土初凝前的二次振搗時間，以增加混凝土密實度，減少混凝土內部微裂縫；
- 應注意結構中洞口及預埋件附近混凝土的振搗，不使其損壞或移位。

四、 養護

- 遵循先澆築先養護的原則；
- 條件允許時，混凝土表面採用遮蔽養護（如養護棚），側面採用木模養護及鋪設濕潤土工布及塑膠薄膜進行養護；
- 加強對混凝土溫度控制，並根據所測溫度採取適當養護措施保證混凝土內外溫差小於 20°C，降溫速率少於 2°C/d；
- 加強對混凝土表面情況控制，保證混凝土表面處於濕潤狀態；
- 普通牆體側模拆除後立即塗刷養護劑，掛 1~2 層土工布，起保濕保溫作用。

第三節

合格控制

第四十條

總則

合格控制包括根據預先採納之合格規則所採取的行動和決定，以檢查預先定下之混凝土驗收批量是否符合規定。合格控制為品質控制的組成部分（參看第三十五條）。

用於合格控制的混凝土性能須按照本標準所示之標準程序進行適當之測試量度。

合格或不合格是基於由第四十一條至第五十條所說明的合格準則程序作判定。合格即為可以接受，而不合格則須進行進一步的改正措施。

檢查、取樣、驗收批量的大小及合格準則須根據本條中所說明的程序進行。對於並非包括在本條內的性能，合格準則須根據驗證系統、及結構或其部份之安全程度作考慮。

此合格控制亦適用於預製件之混凝土，除非該指定產品標準中包含一套與本標準規定等同的合格控制條款。在任何情況下，這些產品的驗收程序應視乎個別情況而定，並確保混凝土品質不能低於本標準的規定。

第四十一條

合格控制之驗證系統

對於在預拌混凝土廠、預製混凝土廠或現場拌合混凝土設施所生產的混凝土，其合格控制須經由在這方面已被合適認可之獨立機構、或經由工程業主進行驗證。此驗證只顧及組成材料之選擇及混凝土製作過程，而不應覆蓋接下來的運送、澆注或養護過程。

一、已認證之混凝土

須由一間獲得澳門特別行政區政府授權之機構進行觀察及認證混凝土生產是否根據第三十七條隨着一個有系統的生產控制下進行，及此控制之測試結果能否滿足組成材料、混凝土拌合物和硬化混凝土所需的性能。

混凝土生產的認證方案須由土地工務運輸局（DSSOPT）批核，而該批核方案已足夠確定及認證混凝土是否符合本標準。

二、未認證之混凝土

工程業主、或其代表（使用一合資格人員）須進行合格驗證以觀察製作控制的測試結果能否滿足組成材料、混凝土拌合物和硬化混凝土所需的性能。此驗證須包括設計配比之分析及繼後的試拌驗證，並在生產開始前最少 35 天進行。

由生產商制定及呈交之設計配比，分析時須根據相關工地的特性及環境暴露條件來驗證所提交的配比、所選擇之組成材料的特性及最近之最初測試結果是否符合混凝土所需之規定。基於以上之目的，河砂鹼活性測試不應超過三個月，河砂氯離子測試不應超過一個月；其他組成材料的測試不應超過六個月。混凝土的最初測試不應超過最近之三個月。

生產商須根據既定之設計配比，於業主或其代表在場見證下在生產設施進行相應之試拌，以驗證配比、組成材料、製作程序、及相關之混凝土拌合物和硬化混凝土試拌測試結果能否符合所需之規定。分別於三個不同日子，進行三次拌合，於每次拌合批量中取至少三個試件進行抗壓強度測試。為驗證該次試拌測試結果是否合格，樣本強度須達到以下之條件。

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1.645 s_n$$

$$f_{c,min} \geq f_{ck} + 5$$

當中：

f_{cm} – 試件的強度平均值；

$f_{c, min}$ – 試件的強度最小值；

f_{ck} – 指定之混凝土特徵強度；

s_n – 混凝土強度標準差〔以不少於 30 組同類混凝土統計資料計算確定及不小於 3.0MPa，沒有統計資料時強度標準差取值為 5.0MPa〕；

對於某一混凝土的總量不超過 60 m³，如所提交之設計配比跟其他工程最近的三個月內已被驗證及批核之試拌是一致時，及提交足夠的生產質量控制文件，上述之試拌驗證要求可被免除。對已認證之混凝土，也可免除進行試拌驗證，唯僅限於認證範圍內容。在此情況下，該相應之證明文件應包括在設計配比建議書內。

作為此驗證的一部份，業主可取樣測試來確定生產控制的結果、組成材料的種類、及配比。

三、工地中的驗收測試

於所有情況下，甚至當使用已認證之混凝土時，工程業主須要求承建商於工地執行驗收測試，並須按照第四十二條至第五十條之取樣計劃及合格準則驗證其是否合格。

第四十二條

用於混凝土抗壓強度合格評估之工地驗收批量之大小

為評估工地的混凝土強度是否合格，用於結構、構件等之混凝土量須劃分驗收批量以進行合格驗證。

一 驗收批量內之混凝土總量應在視為相同之條件下生產（如第三十七條第二款所述之相同混凝土系列）。驗收批量的大小應為下列之最少值：

- 供應一建築物的每一樓層之混凝土量、或供應一建築物中的樑群、板群、柱群或牆群之混凝土量、或其他結構中類似部分之混凝土量；
- 450 m³ 體積；
- 一星期中工地所澆注之混凝土生產量，以體積計。

第四十三條

用於混凝土抗壓強度合格評估之取樣計劃

一、 使用預拌混凝土時，於工地中採用之取樣計劃

取樣須總是在建築工地中進行。

對於每一驗收批量，須分別取至少 3 個樣本，取樣頻率不應少於以下之較大值：每 30m³ 混凝土取 1 個樣本，或一天中工地所澆注的混凝土取 1 個樣本（對於已認證之混凝土為 75 m³）。

當連續不斷進行某一類構件之澆注（如板、柱、牆或地基），並使用相同混凝土及其量大於 200 m³ 時，取樣頻率可為每 50 m³ 混凝土取不少於 1 個樣本（對於已認證之混凝土為 75 m³）。

如一驗收批量只為一個或兩個拌合批量（來自一或兩個車上拌合器或由一混凝土廠），分別取一個或兩個樣本已足夠。

如混凝土並非用於重要構件時，重要構件例如樑、柱、剪力牆、板、懸臂式伸延物（板或樑），而驗收批量不大於 30 m³ 取 1 個樣本，不大於 60 m³ 取 2 個樣本（對於已認證之混凝土不大於 75 m³ 取 1 個樣本，不大於 150 m³ 取 2 個樣本）。

二、使用現場拌合混凝土時，於工地中採用之取樣計劃

應採用第一款所定義之取樣計劃。

三、預製混凝土廠內採用之取樣計劃

應採用第一款所定義之取樣計劃，但取樣應總是在預製生產工地中進行。

四、預拌混凝土廠內連續生產混凝土採用之取樣計劃

根據本款進行的合格驗證應作為預拌混凝土認證活動之基礎。

應在預拌混凝土廠，對每一系列的混凝土（在視為相同之條件下生產）進行取樣，基於總混凝土量或生產時間，取下列最大之樣本數目：

- 每 75 m³ 混凝土取 1 個樣本，但每天取不多於 15 個樣本；
- 每一生產日取 1 個樣本。

五、從結構所取之樣芯採用之測試取樣計劃

若立方試件的測試結果不能滿足合格準則，或不能提供測試結果，或現有的樣本結果數目不足夠以符合先前所定義之取樣規劃，或當施工出錯或受惡劣天氣條件影響而對結構之強度、耐久性或安全有懷疑時，應從結構中鑽取樣芯並進行額外之測試。這些測試可連同其他如 EN 12504-2, EN 12504-3 及 EN 12504-4 標準所述之無損測試一併進行。

應清楚辨別及記錄結構中相應於一個缺漏樣本或一個疑問樣本結果的區域或位置。於每一區域或位置，須鑽取至少 3 個直徑 100mm 或 150mm 的樣芯。如獲有關方面事先同意，可選用其他不同直徑之樣芯。

目視檢查和樣芯測試，包括抗壓強度結果之修正，須按照 BS 1881: Part 120 標準進行。結果之修正是由於鋼筋的存在、鑽取方向與澆注方向的比較、及樣芯的高度和直徑之關係。

為驗證是否合格，每一疑問或缺漏樣本結果須以相應位置的至少 3 個估算的受控立方體強度之平均值及最小值進行評估，平均值應不少於強度級別的 100%，而最小值應不少於強度級別的 85%。

第四十四條

混凝土抗壓強度一般合格準則

一、 抗壓強度的一般合格準則

(一) 準則 1

本準則適用於 6 個或以上之連續樣本的合格驗證，強度為 $x_1, x_2 \dots x_n$ 。

一樣本強度值應為至少兩個試件測試結果之平均值。如當中試件結果最大與最小值之相差超過樣本強度之 15%，應放棄此樣本，除非有明顯理由放棄一個試件測試結果。當餘下之樣本數目少於 6 個時，則引用準則 2 對這些樣本進行分析。

經上述方法所得之樣本強度值應以 MPa 表示，並須滿足下列條件：

$$f_{cm} \geq f_{ck} + \lambda s_n$$

$$f_{c, \min} \geq f_{ck} - k$$

當中：

f_{cm} - 一組樣本之平均強度；

$f_{c, \min}$ - 一組樣本中之最小個別值；

s_n - 一組樣本之強度標準差；

f_{ck} – 指定之混凝土特徵強度；

λ 及 k – 視乎樣本數目（ n ）而定之常數（表三十五）。

如超過 15 個樣本結果時，應引用準則 1 於所有 15 個連續樣本結果。

表三十五 λ 值 及 k 值

n	λ	k
6	1.87	3
7	1.77	3
8	1.72	3
9	1.67	3
10	1.62	4
11	1.58	4
12	1.55	4
13	1.52	4
14	1.50	4
15	1.48	4

(二) 準則 2

本準則適用於 2 個、3 個、4 個或 5 個連續樣本的合格驗證，樣本強度值為 $x_1 \dots x_n$ （ $n = 2、3、4$ 及 5 ）。

一樣本強度值應為至少兩個試件測試結果之平均值。如當中試件結果最大與最小值之相差超過樣本強度之 15%，應放棄此樣本，除非有明顯理由放棄一個試件測試結果。當餘下之樣本數目少於 2 個時，則應根據第四十三條第五款從結構鑽取樣芯。

經上述方法所得之樣本強度值應以 MPa 表示，並須滿足下列條件：

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 5$$

$$f_{c,min} \geq f_{ck} - 1$$

當中：

f_{cm} - 一組樣本之平均強度；

$f_{c,min}$ - 一組樣本中之最小個別值；

f_{ck} - 指定之混凝土特徵強度。

(三) 準則 3

本準則適用於只有 1 個樣本的合格驗證，樣本強度值為 x_1 。

一樣本強度值應為至少兩個試件測試結果之平均值。如當中試件結果最大與最小值之相差超過樣本強度之 15%，應放棄此樣本，除非有明顯理由放棄一個試件測試結果。

經上述方法所得之樣本強度值以 MPa 表示，並須滿足下列條件：

$$x_1 \geq f_{ck}$$

當中：

f_{ck} - 指定之混凝土特徵強度。

二、使用現場拌合混凝土時，於工地中採用之合格準則應採用第一款所定義之一般合格準則。

三、使用預拌混凝土時，於工地中採用之合格準則

如使用預拌混凝土時，於工地中採用之合格準則可分為兩個選項：

(一) 未認證之混凝土

應採用第一款所定義之一般合格準則。

(二) 已認證之混凝土

合格評估須採用以下其中一個準則：

- 對於樣本數目 $n \geq 6$ ，應採用第一款的準則 1，但於 f_{cm} 公式中取常數 $\lambda =$

1.48。

- 對於 2、3、4 及 5 個樣本，應採用第一款的準則 2，但以 MPa 表示之強度須滿足以下條件：

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 3$$

$$f_{c,min} \geq f_{ck} - 1$$

當中：

f_{cm} - 一組樣本之平均強度；

$f_{c,min}$ - 一組樣本中之最小個別值；

f_{ck} - 指定之混凝土特徵強度。

- 對於 1 個樣本，須採用第一款的準則 3，其驗收批量不大於 75 m³。

四、預拌混凝土廠內連續生產混凝土採用之合格準則

根據本款進行的合格驗證應作為預拌混凝土認證活動之基礎。

若測試結果滿足準則 1 之要求，應視為合格。

五、預製混凝土廠內採用之合格準則

應採用第一款所定義之一般合格準則。

第四十五條

混凝土稠度取樣計劃及合格準則

應對每一拌合批量之混凝土、或每一次裝卸之混凝土、或預拌混凝土每次交貨時進行目視檢查。

當取樣進行稠度測試時，所取之樣本應代表該拌合批量、該次裝卸、或該次交貨之混凝土。如稠度屬於指定之稠度級別應視為合符要求。

每當製造試件時，須進行稠度測試，並且應於工地接收之混凝土中至少每 15m³ 進行測試。

取樣及測試應分別按 ISO1920-1 及 ISO 1920-2 標準進行。

當於工地中驗證是否合格，應在大約首 0.3m³ 卸載後才進行取樣。

若測試結果不符合要求，應按同樣方式進行第二次取樣及測試。若第二次測試結果不能滿足稠度級別要求，混凝土應宣布為不合格。

第四十六條

水膠比之取樣計劃及合格準則

取樣及測定頻率應事先同意，但每個澆注日中應進行不少於一次測定。

若生產控制測試是根據表三十四之混凝土生產要求進行，可接受生產控制的測試結果。無論如何，若有懷疑，應進行取樣。

如水膠比之平均值不大於指定值，及當個別值比指定值超過不多於 0.02，則可視為合格。

第四十七條

水泥和膠凝材料用量之取樣計劃及合格準則

取樣及測定頻率應事先同意。

若平均水泥和膠凝材料用量等於或大於指定用量，應視為合格。只要較低個別值之差異不超過指定值之 5%，可容許較低之個別值。

第四十八條

混凝土滲水性之取樣計劃及合格準則

混凝土滲水性必須取樣及測試，取樣及測試頻率應事先同意。

一組樣本應含有最少三個試件，若個別試件水滲入之最大深度少於 50mm 及個別試件水滲入最大深度之平均值少於 20mm，其滲水程度應視為合符要求。而水膠比不應超過 0.55。

第四十九條

混凝土氯化物含量之取樣計劃及合格準則

測試頻率及測定方法應事先同意。

- 最常見的測定方法為：
- 根據組成材料中氯化物之最大標稱含量作計算；
- 測定混凝土拌合物或硬化混凝土的氯化物含量。

所得結果不得超過表八和表九中的最大值。

應對每一配比進行測定，若組成材料有任何改變時，須重複進行測定。

第五十條

混凝土抗氯離子性能之取樣計劃及合格準則

混凝土抗氯離子性能必須取樣及測試，取樣及測試頻率應事先同意。

一組樣本應含有最少三個試件，混凝土抗氯離子性能為三個試樣測定值的算術平均值。如任一個測值與中值的差值超過中值的 15%，則取中值為測定值；如有兩個測值與中值的差值都超過中值的 15%，則取最大值。若混凝土抗氯離子性能測定值小於設計值，其抗氯離子性能應視為合符要求。

附件 1：混凝土及組成材料檢查參考資料

<p>水泥</p>	<p>質量證書 燒失量檢測報告 不溶殘餘物檢測報告 硫酸鹽檢測報告 氯化物檢測報告 抗壓強度檢測報告 凝固時間檢測報告 安定性(膨脹率)檢測報告 細度檢測報告 鹼含量檢測報告 含灰量檢測報告</p>
<p>粉煤灰</p>	<p>貨單及來源證明 活性硅土檢測報告 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 檢測報告 燒失量檢測報告 氯化物檢測報告 硫酸鹽檢測報告 游離氧化鈣檢測報告 活性氧化鈣檢測報告 可溶性磷酸鹽，P_2O_5 檢測報告 氧化鎂檢測報告 總鹼檢測報告 初凝時間檢測報告 細度檢測報告 活性指數檢測報告 安定性檢測報告 相對密度檢測報告</p>

<p>骨料</p>	<p>貨單及來源證明 力學強度檢測報告 吸水率檢測報告 有機物質檢測報告 微細粒子和可溶物質檢測報告 硫酸鹽含量檢測報告 水溶性氯化物檢測報告</p> <p>片狀指數檢測報告 針狀指數檢測報告 洛杉磯磨損測試檢測報告 鹼硅反應-砂漿條方法檢測報告 相對密度檢測報告 篩分析檢測報告 總含水量檢測報告 表面水份檢測報告</p>
<p>拌合水⁽¹⁾</p>	<p>pH 值檢測報告 不溶解殘餘物檢測報告 懸浮殘餘物檢測報告 有機物質檢測報告 氯化物檢測報告 硫酸鹽檢測報告 總鹼檢測報告</p>
<p>外加劑</p>	<p>產品說明書 pH 值檢測報告 相對密度檢測報告 固體含量檢測報告 水溶性氯化物含量檢測報告 總氯含量檢測報告 鹼含量檢測報告 混凝土拌合物混凝土含氣量檢測報告</p>

<p>混凝土拌合物</p>	<p>稠度 密度檢測報告 含氣量檢測報告 泌水檢測報告 水膠比檢測報告 凝固時間檢測報告</p>
<p>硬化混凝土</p>	<p>抗壓強度檢測報告 抗折強度檢測報告 劈裂抗拉檢測報告 直接抗拉檢測報告 彈性模數檢測報告 吸水率檢測報告 水膠比檢測報告 氯化物含量檢測報告 抗磨損能力檢測報告 抗氯離子滲透能力檢測報告 抗滲水能力檢測報告 乾縮率檢測報告 密度檢測報告</p>
<p>其它</p>	<p>抗壓強度統計資料 三個月內之試拌報告</p>

註：（1）使用自來水作拌合水時，無需進行檢測。