

附件熱壓膨脹試驗法：

一、取樣

電弧爐煉鋼爐渣（石）粒料之取樣根據 CNS 485附錄 A 之 A.1.2「自料堆取樣」之方法規定採樣，取樣質量至少十公斤。

二、儀器裝置

（一）試體模具：製作水泥砂漿和混凝土試體所用之模具，須能製作有效標距為250公釐，且長×寬×高尺寸分別為285公釐×25公釐×25公釐（水泥砂漿）及285公釐×75公釐×75公釐（混凝土）之長方柱試體，以供長度變化量測之需。而用於量測混凝土長度變化，其試體模具須能製作有效標距為250公釐。

註1. 有效標距係指用作參考點之兩金屬螺釘最內端之間的距離。試體模具組裝時，各部分應能緊密而牢固扣緊。模具應使用不銹鋼，或抵抗水泥漿或混凝土侵蝕之鋼或硬質金屬製成，邊框須足夠剛性防扭曲變形。

註2. 模具兩端之端板於水泥材料凝結期間，應有一直徑6公釐之不鏽鋼或不腐蝕金屬參考點正確位於固定位。參考點之位置應使其主軸（Principal axis）與試體主軸恰好相合，且螺釘伸入試體間之長度為 25 ± 0.15 公釐，兩螺釘最內端之距離為 250.0 ± 2.5 公釐，而此250公釐其為用予計算長度之有效標距。

（二）高壓蒸煮鍋：高壓蒸煮鍋為一種高壓蒸汽爐，裝有自動控制器，且具有破裂板或安全閥。加熱裝置於最大容積負荷（水加試樣）下，在加熱開關開啟後之45到75分鐘內，能將錶壓力提高至 20.8kgf/cm^2 （絕對壓力約 21.8kgf/cm^2 ），自動控制器應能將錶壓力維持在 $20.8\pm0.7\text{kgf/cm}^2$ 至少三小時之久。錶壓力 $20.8\pm0.7\text{ kgf}$ ，相當於溫度 $215.7\pm1.7^\circ\text{C}$ 。高壓蒸煮鍋之設計當於加熱開關關閉後之90分鐘內，將錶壓力從 20.8kgf/cm^2 降至低於 0.7kgf/cm^2 。應裝有排氣閥，於加熱初期釋放空氣，並於冷卻末期釋放剩餘壓力。壓力錶之錶面直徑應為11.4公分，且刻度板之最大刻度為 40kgf/cm^2 ，其每一刻度應不大於 0.25kgf/cm^2 。於 20.8kgf/cm^2 之工作壓力下，壓力錶可容許之誤差不得超過 0.20kgf/cm^2 。

（三）長度校正器：用於測定試體長度變化之量具，其設計須能夾入所採尺寸之試體，並可適當與試體鑲嵌標釘圓頭部分接觸，且能快速地讀得測微錶之讀數。試體之長度變化，應用一量表或量測範圍至少有7.5公釐之長度測微器量測。儀器之刻度至少應到0.025公釐，在其範圍內任一點試驗時，其許可差不得大於 ±0.051 公釐。各重複測量之許可差不得大於0.025公釐，校正器應有具備絕緣設置之因鋼（Invar Steel）製參考尺，以供校核用。

三、溫度與濕度

- (一) 製模室及乾料之溫度應維持在20°C至27.5°C。拌合用水、濕櫃及濕室之溫度應在23°C±1.7°C。
- (二) 濕櫃或濕室為試體儲存設備，其相對濕度應不小於百分之九十。

四、高壓蒸煮鍋安全作業須知

- (一) 壓力錶容量應為40kgf/cm²。若壓力錶容量太小，在高於規定之最大工作壓力下，實際壓力可能超出量測範圍；但若壓力錶容量過大，恐因指針移動幅度太小而無法注意，故操作人員應確保壓力錶指針無超過壓力錶之最大刻度。
- (二) 測試壓力錶運作是否正常。請同時使用溫度計與壓力錶，以進行壓力錶運轉測試，及指出任何可能的故障與異常狀況。
- (三) 維持自動控制器正常運作。
- (四) 設置安全閥，使壓力於超過本試驗方法規定壓力20.8kgf/cm²之百分之六至百分之十（即約23.2kgf/cm²）時吹洩。除非製造商對安全閥之維護提出具體說明，否則每年應委託製造商進行閥門檢查至少二次。檢查時應使用測試儀器進行測試，或藉由調整自動控制器，使高壓蒸煮鍋壓力達23.2kgf/cm²，此時安全閥應自動開啟或調整至可自動開啟，且操作員應遠離安全閥。

註：應注意潛在意外狀況。例如：當自動控制失敗且安全閥卡住，乍看之下錶壓力讀值為零，但其實已超過壓力錶最大刻度之壓力。此狀況多最終才被檢測出，並於裝置發生故障前釋放該未知之過剩壓力。

- (五) 進行高壓蒸煮鍋頂部拆卸時，應戴上隔熱手套以避免造成灼燙傷，而排氣閥應遠離操作人員。高壓蒸煮鍋頂部拆卸後，應將其傾斜，使蒸汽排出且遠離操作人員，避免遭高壓蒸煮鍋內液體燙傷。
- (六) 壓力錶讀值為零時，不一定等同高壓蒸煮鍋內壓力為零，其仍存在潛在危險。

五、試體準備

- (一) 模具準備：模具應薄塗礦物油；塗畢後設置不鏽鋼或不受侵蝕之金屬參考點，並使其保持乾淨及不沾油類。
- (二) 拌製水泥砂漿：拌製水泥砂漿所用之細鋼碴粒料必須符合表1「CNS 1240 混凝土粒料」之級配規定。

表1 細鋼碴粒料之級配規定

試驗篩之標稱孔寬(CNS386-1)	過篩百分率%
9.5公釐	100
4.75公釐	95-100
2.36公釐	80-100
1.18公釐	50-85

600微米	25-60
300微米	5-30
150微米	0-10

以水泥砂漿所用材料之比例為一份水泥對2.75份細鋼碴粒料（以重量計），水與水泥之比例（水灰比）採用0.485，拌合方法按照「CNS 3655水硬性水泥可塑稠性水泥漿及壩料之機械拌合法」規定之步驟，將所有拌合水置於拌碗內，然後加入水泥靜置三十秒鐘允許水泥吸收水分後，開動拌合器，以低速（ $140\pm 5\text{rpm}$ ）拌合三十秒鐘，在低速拌合過程，將全部量之細鋼碴粒料於三十秒鐘內緩慢加入，停止拌合器，將速率調為中速（ $285\pm 10\text{rpm}$ ）再拌合三十秒鐘，停止拌合器，將壩料靜置九十秒鐘，此期間之最初十五秒鐘迅速將附著於拌碗側面之壩料刮入拌碗內，然後開動拌合器，以中速（ $285\pm 10\text{rpm}$ ）拌合一分鐘，拌合成鋼碴粒料水泥砂漿。

- （三）拌製混凝土：拌製混凝土所用之粗粒料採用粗鋼碴粒料（以重量計）。粗鋼碴粒料必須符合表2「CNS 1240混凝土粒料」試驗篩標稱孔寬9.5公釐之級配規定。

表2 粗鋼碴粒料之級配規定

尺度稱號	試驗篩之標稱孔寬（公釐）	過篩百分率%
4	37.5-19.0	0~5
467	37.5-4.75	10~30
5	25.0-12.5	0~5
56	25.0~9.5	0~15
57	25.0~4.75	—
6	19.0~9.5	0~15
67	19.0~4.75	20~55
7	12.5~4.75	40~70
8	9.5~2.36	85~100
89	9.5~1.18	90~100
9 ^註	4.75~1.18	100
註：依CNS 14891之定義，尺度稱號9之粒料為細粒料，但當其與尺度稱號8之粒料組合後，則可成尺度稱號為89之粗粒料。		

混凝土設計採用「CNS 12891 混凝土配比設計準則」進行配比設計，水與水泥之比例（水灰比）採用0.45，拌合方法按照「CNS 1230試驗室混

凝土試體製作及養護法」 6.1拌和混凝土之規定步驟拌和鋼碴粒料混凝土。將所有拌合水置於拌碗內，然後加入水泥靜置三十秒鐘後，開動拌合器，以低速（ $140\pm 5\text{rpm}$ ）拌合三十秒鐘，在低速拌合過程，將全部量之細鋼碴粒料於三十秒鐘內緩慢加入，停止拌合器，將攪料靜置九十秒鐘，此期間之最初十五秒鐘迅速將附著於拌碗側面之攪料刮入拌碗內，然後開動拌合器，以中速（ $285\pm 10\text{rpm}$ ）拌合一分鐘，先拌合成鋼碴粒料水泥砂漿。最後加入粗鋼碴粒料，及液狀的摻料（當需要添加摻料時，依「CNS 1230試驗室混凝土試體製作及養護法」第5.5節規定辦理），可行的話，將摻料先溶於拌和水中。當所有材料加入後，轉動拌和三分鐘，停止三分鐘，再轉動拌和二分鐘，於停止動期間，拌和機開口處應予覆蓋，以防止水分蒸發散失。對於留存於拌和機和機內水泥砂漿，應事先予以補足，使傾出拌和機的混凝土具有正確的配比。

- （四）模具試體：水泥砂漿或混凝土拌合後，利用鐵鏟或其他合適工具將水泥砂漿或混凝土置入模具內，且選取的工具應能確保可自拌和桶內取得代表性的試樣，為避免試體製作過程產生粒料分離，應用鐵鏟等工具將水泥砂漿或混凝土再拌均，將鐵鏟等工具沿模具頂緣置入水泥砂漿或混凝土，以確保水泥砂漿或混凝土均勻對稱置入，並將粗粒料在模具中分離之程度減至最低。在搗實前先用搗棒將模內混凝土撥勻，裝填最後一層試樣時，可多加一些試樣使搗實後水泥砂漿或混凝土剛好充滿模具。
- （五）試體之儲存：模製完畢後，立即置放於濕櫃或濕室內至少二十小時；若於二十四小時前將試體自模內取出，應放於濕櫃或濕室內直到試驗時為止。

六、試驗步驟

- （一）模製後二十四小時正、負三十分鐘，將試體自濕櫃或濕室內取出，量其長度，在室溫下放入高壓蒸煮爐架上，使試體四面均可與飽和蒸氣接觸。高壓蒸煮爐內應有充足水量，確保試體可於飽和蒸氣環境中進行試驗。高壓蒸煮爐內水量一般為高壓蒸煮爐容量百分之七至十。
- （二）高壓蒸煮爐加熱之初，應將排氣閥出口開關打開直至有蒸氣噴出時為止(注意安全)。關上排氣閥開關，並以一定之升溫速率提高高壓蒸煮爐內溫度，使其於開啟加熱開關後之四十五分鐘至七十五分鐘內蒸氣壓力達到 20.8kgf/cm^2 ，於此壓力維持三小時，而後關閉加熱開關，使高壓蒸煮爐冷卻，其冷卻速率在九十分鐘後將壓力降至低於 0.7kgf/cm^2 以下，其餘壓力則略開排氣閥出口開關，使其緩慢釋放至與大氣壓力相等。將高壓蒸煮爐打開，將試體取出並置入溫度在 90°C 以上熱水中。試體周圍水溫以加冷水方法，使其均勻下降，並於十五分鐘內降至 23°C ，並維持於該穩定溫度至少十五分鐘，然後將試體表面拭乾，觀察及記錄試體完整性，包括外觀爆裂、局部爆孔、

崩解及破裂現象，如試體結構完整則量測其長度。

註：如欲在26.5°C下作一切量測時，建議於自濕櫃或濕室內將試體取出後，放於溫度保持在26.5°C水內至少十五分鐘，然後取出，量長度再放入高壓蒸煮爐。從高壓蒸煮爐內取出試體後，在十五分鐘內將試體及水之溫度降至 26.5°C，保持試體及水在此溫度十五分鐘之久，然後量其長度。

七、計算

試體蒸煮前後長度之差除以標距以百分率表示之，計算至百分之〇·〇一，即為水泥製品之熱壓膨脹。收縮（負膨脹）則於百分數前加一負號。

八、試驗報告

試驗報告應至少記載下列事項：

- （一）試驗法名稱
- （二）取樣方法及日期
- （三）試體之尺寸及長度變化率
- （四）試體完整性（有無外觀爆裂、局部爆孔、崩解及破裂現象）及圖示
- （五）試驗日期