

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

加速養護對 TAICON 物化性質影響之研究

The influence of Accelerated Curing on The Physical/Chemical Properties of TAICON

計畫編號：NSC 87-2211-E-009-043

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：彭耀南 國立交通大學土木工程學系

一、中文摘要

本研究之目的是採用飛灰取代部分水泥，產製適合國內工程設計常用的本土化中強度高性能混凝土(Taiwan Concrete, TAICON)，並對其蒸汽養護效能加以分析，希望藉由本研究能找出蒸汽養護之最佳模式。

研究結果顯示：在常壓下，65°C 為 TAICON 之最佳蒸汽養護溫度，其養護 20 小時之初期抗壓強度可達標準養護 28 天抗壓強度；而蒸汽養護前仍須有適當之預置期，其預置期以 4 小時為最佳。在 65°C 蒸汽養護下，其初期抗壓強度隨著養護時間之增長而增大，但其養護效率則隨著養護時間之增長而減少。蒸汽養護之後期抗壓強度比標準養護低，且蒸汽養護之初期強度越大，其強度發展越有限，後期之強度也越小。又蒸汽養護之乾縮量與重量變化量比標準養護小，65°C 蒸汽養護 20 小時後之乾縮量約為標準養護的 70%，重量變化量約為 50%。

關鍵詞：飛灰、本土化中強度高性能混凝土、乾縮

Abstract

The objective of this research is using

the fly ash to replace some cement, and produce Taiwan Concrete (TAICON). In addition, the effect of steam curing was analyzed to get an optimum steam curing cycle.

The results indicated that the curing temperature of 65°C is a good practice to be employed in TAICON at atmospheric pressure, the 20-hour strength of steaming curing will exceed the 28-day strength of standard curing. The adequate preset time is needed prior to applying steam, it is well to use a preset time of 4 hours. Strength cured at temperature of 65°C will increase significantly if the curing time is advanced, but the efficiency of steam curing will decrease contrary. The later-age strengths of steam curing is lower than standard curing and a higher early-age strengths will result a lower later-age strengths. The drying shrinkage and weight change of steam curing are reduced as compared to standard curing, the measuring after cured 20 hours at the temperature of 65°C is about 70% and 50% of standard curing respectively.

Keywords: fly ash, TAICON, dry shrinkage

二、緣由與目的

近年來國內對於高性能混凝土之研究，投入了相當多的人力與物力，至今已經獲致許多具體成效，而且也實際應用在高樓建築及橋樑工程上，但以往之研究方向都偏重於高強度、高流動性混凝土之研發，忽略了國內工程設計乃以使用中低強度混凝土為主之現況，因此研究成果一直未能有效推廣，為了使學術研究能與產業製造互相串連，實有研發中強度高性能混凝土之必要，如此才能將學術研究落實於產業界。

本研究在於探討本土化中強度高性能混凝土（TAICON）蒸汽加速養護之效能分析，期望經由本試驗能達到下列目的：

1. 經由配比設計及試拌，產製坍度、流度能符合要求之 TAICON。
2. 探討 TAICON 蒸汽養護過程預置期對抗壓強度之影響。
3. 探討 TAICON 蒸汽養護過程恆溫溫度對抗壓強度之影響。
4. 探討 TAICON 蒸汽養護過程恆溫期對抗壓強度之影響。

5. 探討 TAICON 蒸汽養護過程常壓與高壓對抗壓強度之影響。

6. 探討 TAICON 蒸汽養護對乾縮量之影響。

7. 探討 TAICON 蒸汽養護之微觀變化。

三、研究計畫與方法

本研究之 TAICON 係採用卜特蘭 I 型水泥，並添加適量飛灰，且設定 28 天抗壓強度為 4000psi 至 5000psi、水泥用量低於 240kg/m³、水膠比不低於 0.42、拌合後 45 分鐘坍度為 22±2cm、流度為 55±5cm 之原則製作試體，然後將之置於高溫爐內進行蒸汽養護，藉以瞭解蒸汽加速養護與一般標準養護之試體其物理、化學與力學性質之差異，並找出蒸汽養護之最佳模式。

3-1 試驗配比：如表一。

3-2 試驗變數：如表二。

表一 試驗配比

組別	水膠比	水泥 (kg/m ³)	飛灰 (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	強塑劑 (kg/m ³)
WB45	0.45	240	180	736	960	181	8
WB54	0.54	200	150	850	913	181	8
WB56	0.56	240	110	850	909	188	8

表二 試驗變數

恆溫(°C)	預置期(小時)	升溫期(小時)	恆溫期(小時)	降溫期(小時)
65	2	1.5	4、8	1.5
80	4	2.0	12、16	2.0
100	6	2.5	20	2.5

3-3 試驗項目：

1. 坍度及流度試驗。
2. 抗壓試驗。
3. 乾縮試驗。
4. SEM 觀測。
5. NMR 分析。
6. 熱重量分析。

四、結果與討論

4-1 本研究之配比其 28 天抗壓強度在 4500~5500 psi 之間，180 天強度更達 7500~8500psi，適合目前國內一般工程設計及混凝土業者之需求。

4-2 蒸汽養護之預置期最少須超過 2 小時，而以 4 小時為最佳（如圖一），預置期太長對初期抗壓強度之發展貢獻不大。

4-3 在常壓狀況下，蒸汽養護之初期抗壓強度以 65℃ 為最佳（如圖二）。

4-4 恆溫 65℃、恆溫期 20 小時蒸汽養護初期強度可達到標準養護 28 天抗壓強度，但蒸汽養護效率則隨著恆溫期之加長而減少（如圖二）。

4-5 於 65℃ 及 80℃ 蒸汽養護，常壓之初期抗壓強度約為高壓之 90% 左右（如圖三），而 100℃ 時，常壓之初期抗壓強度約為高壓之 60% 左右（如圖四）。

4-6 蒸汽養護後之乾縮及重量變化量較標準養護小，以 65℃ 養護 20 小時之乾縮量約為標準養護的 70%（如圖五），而重量變化量約為標準養護的 50%（如圖六）。

4-7 蒸汽養護試體其後期抗壓強度比標準養護低，且蒸汽養護之初期抗壓強度愈高，其強度發展愈有限，試體之後期抗壓強度也愈低（如圖七、八）。

4-8 在標準養護或蒸汽養護下，由 ^{29}Si NMR 光譜資訊得知 C-S-H 膠體之矽離子長度均隨著齡期之加長而加大，但在蒸汽養護下其值增加有限，此現象可印證蒸汽養護後之試體其抗壓強度發展將較標準養護減低（如表三）。

六、計畫成果自評

本研究對於 TAICON 在低溫下之蒸汽養護效能分析已獲得相當成果，尤其是預置期、恆溫溫度及恆溫期對於 TAICON 之初期與後期抗壓強度的影響程度更為顯著。

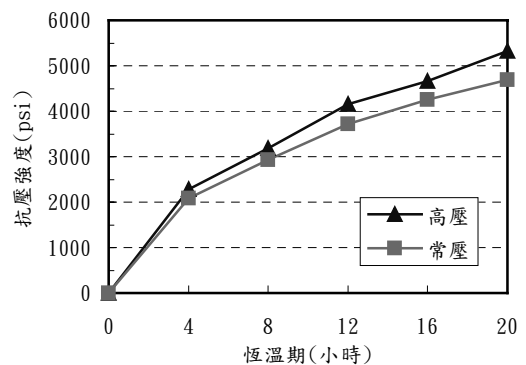
對於 TAICON 蒸汽養護之後期抗壓強度，本研究只做到 91 天，因此有必要將時間延長，以求得真正後期抗壓強度之變化情形。

七、參考文獻

表三 WB45 試體之 ^{29}Si NMR 光譜資訊

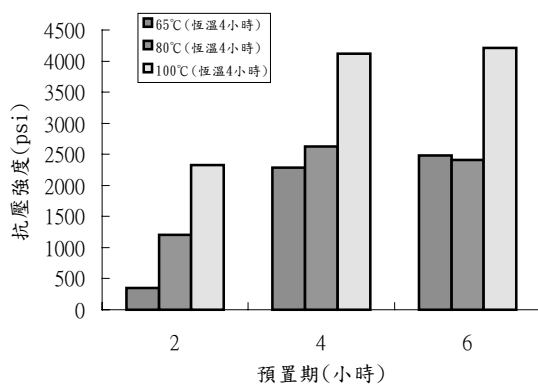
配比 WB45	^{29}Si NMR 光譜波峰積分強度(mm^2)					C-S-H Gel 矽離子長度
	Q^0	Q^1	Q^2	Q^3	Q^4	
拌合後 1 天	0.1814	0.1356	0.2005	0.2046	0.3494	4.957
標準養護 28 天	0.0234	0.0340	0.0733	0.0785	0.1060	6.312
標準養護 91 天	0.0184	0.0324	0.0745	0.0755	0.1153	6.599
蒸汽養護後 1 天	0.0235	0.0420	0.0736	0.0584	0.0882	5.505
蒸汽養護後 28 天	0.0302	0.0448	0.0852	0.0790	0.1043	5.804
蒸汽養護後 91 天	0.0119	0.0351	0.0705	0.0592	0.0836	6.017

- [1] ACI Committee 517, *Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure*, Revised Version, American Concrete Institute, Detroit, MI, U.S.A. (1992).
- [2] S. Mindess and J. F. Young, *Concrete*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J, 1981.
- [3] 莫詒隆、鄭勝仁、郭正一，*蒸汽養護最佳化分析*，*結構工程*第十卷第二期，PP.3-8，民國84年6月。
- [4] Nurse, S. W., *Steam Curing of Concrete*, *Magazine of Concrete Research*, Vol. 1, No.2, 79, 1949.
- [5] 黃兆龍，*混凝土性質與行為*，詹氏書局，台北，民國86年。
- [6] 彭耀南、吳國進，*本土化中強度高性能混凝土低溫蒸汽養護效能研究*，*國立交通大學土木工程學系碩士論文*，民國87年6月。

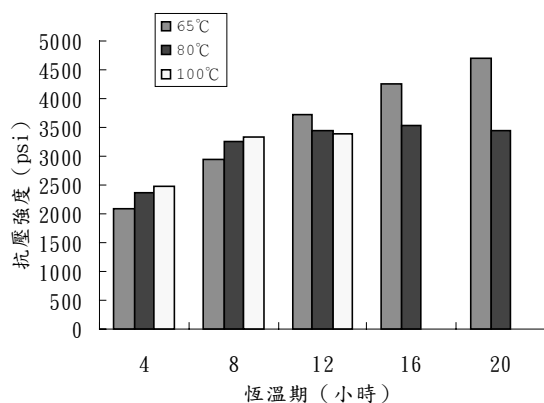


圖三 WB45 恆溫 65°C 高壓與常壓抗壓強度比照圖

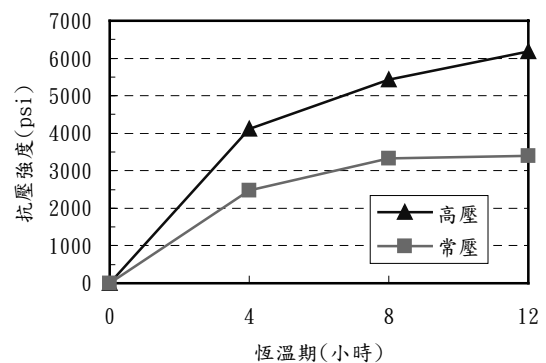
八、圖表



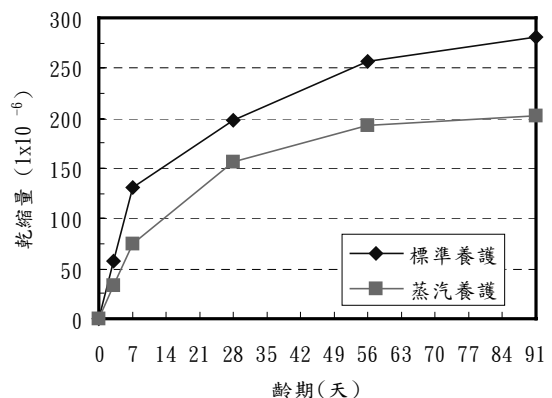
圖一 WB45 預置期與抗壓強度關係圖



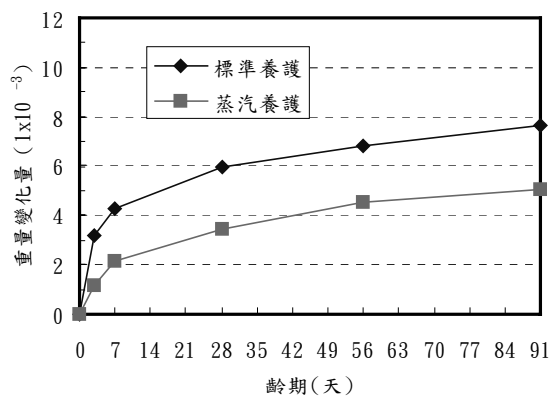
圖二 WB45 恆溫期與抗壓強度關係圖



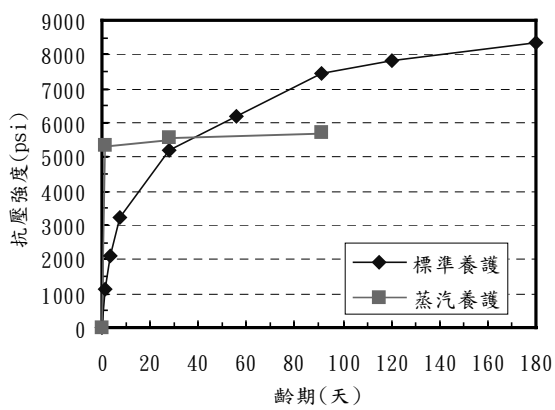
圖四 WB45 恆溫 100°C 高壓與常壓抗壓強度比照圖



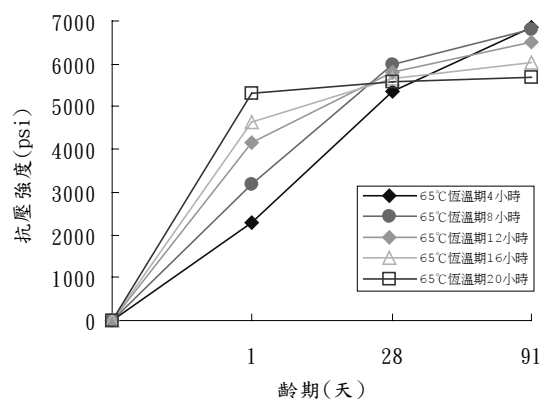
圖五 WB45 標準養護與蒸汽養護乾縮量發展比照圖



圖六 WB45 標準養虎與蒸汽養護重量變化發展
比照圖



圖七 WB45 標準養護與蒸汽養護抗壓強度發展
比照圖



圖七 WB45 蒸汽養護抗壓強度發展圖