

水泥基滲透結晶型防水材料研究

王偉哲(Wei Jer Wang) 王承德(Cheng Der Wang) 白御廷(Pai Yu Ting)

國立聯合大學土木與防災工程學系

摘要

混凝土是相當理想建材，但它不是完美的，它有千億個肉眼看不見的先天缺陷“孔隙”、“微裂縫”，及施工時產生的不完美，又有後天災害及使用振動所產生的裂縫，進而使水及有害物質進入混凝土內部，造成結構劣化、耐久性下降，為改善混凝土的問題而發展出滲透結晶型防水材料，藉由水深入孔隙及裂縫中，與水合反應副產物發生反應，生成結晶封堵裂縫，使液體無法侵入混凝土內部達到防水延長耐用年限的功效。

關鍵字：水泥基滲透結晶型防水、防水材料、自愈性

一、前言

在現代混凝土設計中，混凝土的壽命問題是重要議題，在腐蝕性環境中如海洋中的氯化物侵蝕，地下結構和下水道中受硫酸鹽及微生物酸腐蝕等，這些環境下均使混凝土耐久年限縮短。

混凝土是一種多孔性材料，內部存在許多毛細管隙、微裂縫、氣孔，這些孔隙管道便是以後有害物質入侵的途徑，若能減少這些孔隙，使混凝土透水性越低，抵抗腐蝕性物質和氣體的性能越好，以及抗鋼筋腐蝕的能力越高，進而延長混凝土耐用年限，降低維護成本。傳統延長混凝土壽命的方式是降低水灰比或增加濕養護的時間，近期的改善方式是使用水泥輔助材料，雖然降低水灰比和使用水泥輔助材料能夠製作出低透水率的混凝土，但在建築施工現場卻難以使用此類混凝土施作，在施工面會遇到很大的困難。降低混凝土滲透率的添加劑成為新一類的化學添加劑，此類添加劑分為兩種，疏水型添加劑及改變微觀組織型，此兩種產品在市場上均可購得，本次試驗採用改變微觀組織型，藉由水深入孔隙及裂縫中，與水合反應副產物發生反應，生成結晶來降低混凝土的滲透率。

二、主要內容

本研究在探討水泥基滲透結晶型防水材料在混凝土試體中的自愈性能，及在不同養護環境下材料性能是否依舊良好。參考大陸規範 GB18445 水泥基滲透結晶型防水材料中 7.3.6 節混凝土抗滲性能；及 CNS 15518 普通預拌乾混水泥砂

漿料試驗法中 10 節抗滲等級試驗。共進行兩組對比試驗(表 1)，試體齡期達 28 天後進行試驗，每組 6 個試體進行抗滲試驗，混凝土配比(表 2)。

表 1 防水材料自愈性能分組試驗表

組別	編號	說明	備註
1	X1	添加防水材料，清水浴養護。	添加劑量：水泥重量的 1.5%。
2	S1	不添加防水材料，清水浴養護。	空白組
3	X2	添加防水材料，空氣養護。	添加劑量：水泥重量的 1.5%。
4	S2	不添加防水材料，空氣養護。	空白組

表 2 混凝土配比(重量比)

水灰比	水	水泥	細粒料	粗粒料
0.83	0.83	1	3	3

滲透結晶型防水材料：XYPEX C-1000NF 添加劑，使用劑量：水泥重量的 1.5%。

試驗儀器設備

HP-4.0 型自動加壓混凝土滲透儀，水壓由 0.2 MPa 開始，每 8 小時提升水壓 0.1 MPa，直到儀器最大壓力值 4.0 MPa。



試驗方法

每組試體齡期到達 28 天後開始進行抗滲試驗，採逐步加壓至每組六顆試體全部透水後，記錄每顆試體透水時的壓力，將第三顆試體透水時的壓力作為最大抗滲壓力，試體從儀器上拆下來不脫模直接至於原定養護條件下繼續養護 28 天後，再進行二次抗滲，依此類推反覆試驗。

試驗結果

空白組，清水浴養護混凝土抗滲試驗(試驗編號：S1)

共進行了 3 次重複循環試驗(見表 3)

表 3 空白組，清水浴養護混凝土滲透壓力(MPa)

S1	試體編號						最大抗滲壓力
	1	2	3	4	5	6	
抗滲次數							
第一次	1.7	2.2	1.8	2.4	2.4	2.4	2.2
第二次	1.4	1.7	1.9	1.9	3.4	2.0	1.9
第三次	0.7	0.9	0.2	1.3	1.3	1.4	0.9

添加防水材料，清水浴養護混凝土抗滲試驗(試驗編號：X1)

共進行了 3 次重複循環試驗(見表 4)

表 4 添加防水材料，清水浴養護混凝土滲透壓力(MPa)

X1	試體編號						最大抗滲壓力
	1	2	3	4	5	6	
抗滲次數							
第一次	3.1	1.9	1.7	3.1	3	3.1	3.1
第二次	3.4	1.9	2.2	1.9	3.3	2.4	2.4
第三次	3.4	3.1	2.2	1.9	3.1	3.1	3.1

空白組，空氣養護混凝土抗滲試驗(試驗編號：S2)

共進行了 3 次重複循環試驗(見表 5)

表 5 空白組，空氣養護混凝土滲透壓力(MPa)

S2	試體編號						最大抗滲壓力
	1	2	3	4	5	6	
抗滲次數							
第一次	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
第二次	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
第三次	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3

添加防水材料，空氣養護護混凝土抗滲試驗(試驗編號：X2)

共進行了3次重複循環試驗(見表6)

表6 添加防水材料，空氣養護混凝土滲透壓力(MPa)

X2 抗滲次數	試體編號						最大抗 滲壓力
	1	2	3	4	5	6	
第一次	2.7	2.7	2.4	1.9	2.8	1.4	2.4
第二次	3.1	3.1	3.3	—	—	2.3	3.1
第三次	3.4	3.5	3.7	—	—	2.9	3.5

※表中“—”表示試體抗滲壓力已大於4 MPa 儀器上限

試驗結論

在兩種不同條件下養護的空白試驗組，再好的養護條件下，混凝土自身水密性自然會較佳；有使用防水材料的兩組試驗相比，再好的養護條件下卻不盡然呈現較好的結過，而此種材料的活性化學物質是可溶於水中，可能因為水與試體間的濃度差導致化學物質溶入水中，使其反應速率下降，而無法再反覆抗滲試驗中看到明顯的抗滲壓力提升。

相較於兩種不同的養護條件下，空氣養護等同於工地現場中無法完整使混凝土保持濕潤養護的狀態，在此狀態下，滲透結晶型防水材在此有效明顯改善了未完整的養護環境條件下，混凝土的抗滲性能依然可以提升。

從上述試驗中，了解滲透結晶型防水材料能有效提升抗滲能力，並減緩因現實環境中，混凝土水養護的不足，而造成混凝土的孔隙及裂縫的產生。

三、 參考文獻

1. 陳晉銓，滲透結晶型水泥基防水塗料之研究，國立高雄第一科技大學營建工程系碩士論文，2014。
2. 盧瑞龍，水泥基滲透結晶型防水添加劑之開發研究，國立高雄第一科技大學營建工程系碩士論文，2015。
3. 鄒思宇，水泥質系滲透結晶型塗封材料防護效能及機裡之研究，國立台灣海洋大學河海工程學系博士論文，2013。
4. 蕭宇昇，水性滲透結晶防水材料力學與防水性能之研究，朝陽科技大學營建工程系碩士論文，2012。
5. 方一蒼，XYPEX(賽柏斯)的應用，中國建築防水 2010 年第 S1 期。
6. 王永紅，張學志，張曉輝，XYPEX 增強混凝土抗滲性能的試驗研究，北京農業 2011 年 33 期。