

第八章 結論與建議

結論：

一、常溫濕拌混凝土飽和石灰水養護下過渡區之微觀性質

- (1). 過渡區(0~100 μm)內水化生成物隨時間變化，1 天齡期時，離顆粒骨材界面 0~25 μm 處有較多未水化的水泥顆粒及少量 C-S-H 與 CH 之水化生成物堆積，C-S-H 呈現短而細的針刺狀，7 天齡期時，Afm 增多且均勻分佈在 100 μm 的範圍內，而針刺狀的 C-S-H 增多並逐漸形成網狀膠體，14 天齡期時，除可明顯發現網狀 C-S-H 膠體外，飛灰球的玻璃外層逐漸破裂剝落，並由其中長出針刺狀的 C-S-H 膠體，此現象表示飛灰已開始產生卜作嵐反應，28 天齡期時，骨材邊緣處可發現少量由卜作嵐反應生成之水化生成物堆積，更因卜作嵐反應的填充孔隙使網狀 C-S-H 膠體結構逐漸轉變成平面結構，到 56 天齡期時，可明顯發現平面結構之 C-S-H 膠體。
- (2). 過渡區(0~100 μm)內水化生成物之緻密程度隨離骨材界面距離之增加而增高。
- (3). 過渡區(0~100 μm)內之孔隙隨時間而變化，1 天齡期時，孔隙量最多且呈大塊條狀的均勻分佈在全範圍內，7 天齡期時的孔隙量仍然很多，亦均勻分佈在全範圍內，但原本大塊條狀的孔隙結構開始有被分割為不連續的趨勢，14 天齡期時，因 C-S-H 膠體成網形結構分佈，故孔隙呈現類似不連續條狀的分佈在全範圍內，28 天齡期時，由於卜作嵐反應的產物填充孔隙，使得 25~100 μm 範圍內的孔隙與孔隙率急速的減少，到 56 天齡期時，孔隙都集中在骨材附近。
- (4). 由本試驗所採用的加飛灰混凝土配比中，取 W/B=0.54 及 W/B=0.65 之兩組試體之過渡區孔隙分佈圖，經觀察發現 56 天後，離界面處 0~15 μm 範圍內仍然有大量孔隙，而在 15~100 μm 範圍內則有大量水化生成物堆集，其孔隙較少，結構較為緻密，故過渡區中最弱的地方為 0~15 μm 範圍。

二、常溫濕拌混凝土飽和硫酸鈉養護及加速劣化下過渡區之微觀特性與巨觀性質之關係

- (1). 置於飽和硫酸鈉溶液中侵蝕之試體，其內部之飛灰顆粒在 7 天之前，表面仍然十分光滑，尚未產生反應，置於飽和石灰水中養護之試體，內部之飛灰球表面上已有水泥之水化生成物聚簇其上。
- (2). 置於飽和石灰水養護及飽和硫酸鈉溶液中侵蝕之試體，其過渡區

(0~100 μm)內之孔隙隨時間變化，在 1 天及 7 天齡期時，孔隙的發展也是呈大塊條狀的分佈，14 天齡期時，孔隙開始有被分割為不連續的趨勢，14 天齡期以後，由於卜作嵐反應之水化產物的填充孔隙，造成孔隙的不連續，使孔隙的形狀呈現類似條狀的分佈。56 天齡期時，孔隙仍呈現類似條狀的分佈，僅分散在 0~75 μm 的範圍間。

- (3). 由於水泥水化產生之 C-S-H 填充孔隙的速度小於產生塑性裂縫的速度與水泥水化產生之 CH 在飽和硫酸鈉養護下，先轉變成石膏，再與 C_3A 合成 AFT 造成體積膨脹，使得在飽和石灰水及飽和硫酸鈉養護條件下，均有 7 天齡期之孔隙率大於 1 天的現象。
- (4). 在飽和石灰水養護下 7 天產生的 AFm 在飽和硫酸鈉養護下 14 天才產生，也使得飛灰與 CH 產生卜作嵐反應填充孔隙，造成分割孔隙形成條形分佈的現象也延後，在飽和石灰水養護下是在 14 天產生，而在飽和硫酸鈉養護下卻在 28 天才產生。
- (5). 在 W/B=0.35、0.45 之水泥量均為 240kg，故其在 14 天以前之抗壓強度發展曲線的斜率相近，而在 28 天-56 天的齡期時，因飛灰的加速卜作嵐反應，使得抗壓強度的發展及曲線斜率變大。因硫酸鈉溶液會使混凝土產生硫酸鹽侵蝕，使得抗壓強度下降，且隨齡期之增加，其抗壓強度發展曲線較飽和石灰水之抗壓強度發展曲線來得平緩。
- (6). 因為 14 天以前之抗壓強度係由 W/C 來控制，所以造成電阻值呈現緩慢的增加(即斜率較平緩)，但在 14-56 天時因卜作嵐反應生成之 C-S-H 再度填充孔隙，使得電阻值急速增加(即斜率變陡)。
- (7). 由 14 天加速腐蝕後的 SEM 圖發現，W/B=0.35 及 W/B=0.45 之 C-S-H 生成量均較 W/B=0.54 及 W/B=0.65 為多且生成之 C-S-H 存在有許多的孔隙。
- (8). 由 15 次加速腐蝕後之抗壓強度發現，不論是飽和石灰水養護或飽和硫酸鈉養護在各種齡期下均有較腐蝕前的抗壓強度明顯降低了很多的現象。
- (9). 由加速腐蝕後之超音波速及電阻量測結果發現，W/B=0.35、0.45、0.54 試體在飽和石灰水養護下，1 天齡期之 15 次加速腐蝕後的超音波速大約等於第 1 次，而電阻值則大於第 1 次，而 7 天與 14 天之第 1 次與第 15 次的超音波速及電阻值大約相近，只有在養護 28 天及 56 天之第 15 次的超音波速及電阻值才明顯的低於第 1 次，在飽和硫酸鈉養護下，其超音波速及電阻值之發展趨勢亦同，W/B=0.65 之試體因其用水量最多，其超音波速及電阻值之發展趨勢亦同，但其值最小。

三、常溫濕拌混凝土中骨材與水泥漿界面處交互作用

- (1). 常溫濕拌混凝土中骨材與水泥漿界面處在本研究下未發現有交互作用存在。
- (2). 骨材與水泥漿之界面粘著力之影響僅由水化產物來控制。
- (3). 中低強度之混凝土試體，破壞時先從骨材界面剝離，然後裂縫再轉折至過渡區之弱面處。

四、Mapping 及 EDS 之研究成果

- (1). 由 mapping 可看出水泥漿與石頭成份接近，石頭中之 Si 及 O 之成份較漿體為多。
- (2). EDS 與 mapping 技巧應用於完全不同成分之兩種物質的效果最佳，經本研究結果發現，應用於探討均為陶瓷材料之骨材與水泥漿界面處的交互作用，也是一種可行的方法。

建議：

本研究採用同時具有骨材與水泥漿之試片，利用 SEM 拍攝水泥漿部分來探討過渡區的性質，如何改善取樣的平整度及明確骨材與水泥漿之界面與減少水泥漿污染，用酒精擦拭並非最佳方式，EDS 與 mapping 技巧應用於探討骨材與水泥漿之交互作用，若能改用矽石(即石英岩)將可獲得更進一步的交互作用的現象，上述之諸多問題，尚需留待日後有興趣者之共同努力參與，又影像處理技術之開發等，也是應該進一步去研究發展的。