



國立臺北科技大學

資源工程研究所

碩士學位論文

加速碳酸化對轉爐石中含鈣物種
轉化反應之影響

The Effect of Accelerated Carbonation on the
Calcium Species Transformation of BOF Slag

研究生：江志華

指導教授：柯明賢

中華民國九十九年一月

摘要

論文名稱：加速碳酸化對轉爐石中含鈣物種轉化反應之影響

頁數：114

校所別：國立台北科技大學 資源工程研究所

畢業時間：九十八學年度第一學期

學位：碩士

研究生：江志華

指導教授：柯明賢

關鍵詞：轉爐石、加速碳酸化、化學特性、礦物相、顯微結構、重金屬、溶出特性

本研究以三種粒徑(3.5~7mm、7~15mm 及 15~25mm)之轉爐石於不同反應溫度、二氧化碳含率、水氣含率及反應時間等操作參數下進行加速碳酸化之研究，探討加速碳酸化對轉爐石特性之影響，以評析轉爐石加速碳酸化之可行性、最適操作參數及反應行為。由研究結果可以發現，轉爐石之主要化學組成爲 Ca、Fe、Mg、Si、Al 等氧化物，其中以鈣的成分居多且亦存在 f-CaO 約 3.94%~6.28%，顯示轉爐石應具有碳酸化之潛勢。而轉爐石加速碳酸化於最適操作條件(200°C、40%CO₂ 及 60%H₂O)下進行加速碳酸化，三種粒徑之轉爐石其 pH 值分別從 12.3、12.0 及 11.9 下降至 10.8、10.5 及 10.4，三種粒徑之轉爐石其熱重損失則分別從 1.28%、1.09% 及 0.79% 增加至 1.72%、1.38% 及 1.57%。由 OM 礦物相及 SEM 顯微結構的觀察中則發現轉爐石表層應有碳酸鈣成份礦物的生成，而由 XRD 晶相繞射及 FTIR 光譜則分別亦可以發現轉爐石經加速碳酸化後表層有 Caclite 晶相及碳酸根特性吸收峰存在。

而由不同反應時間進行轉爐石加速碳酸化之研究結果可以發現，轉爐石表層之碳酸鈣晶粒大小及碳酸化厚度隨著反應時間增加而增加，且表層碳酸鈣之礦物

結構則隨著反應時間由針織結構的霰石轉化為立方體結構的方解石。由 XRD 繞射分析結果可以發現，轉爐石表層中 Calcite 晶相繞射峰強度隨著反應時間增加而增加，但 Portlandite 與 Lime 的晶相繞射峰強度則隨著反應時間增加而減少。由 FTIR 圖譜中可以發現，轉爐石於不論經 3、5、24 小時加速碳酸化後其表層均存在有碳酸根的特性吸收峰，但 Si-O 的特性吸收峰則由 943 cm^{-1} 及 983 cm^{-1} 往高波數移動。由 f-CaO 與 Ca_2SiO_4 的化學組成分析及熱重分析結果可以發現，加速碳酸化之轉爐石表層所形成的碳酸鈣主要應來自其所含 f-CaO 及 Ca_2SiO_4 之鈣系物種的轉化。

另外，由毒性溶出特性試驗得知加速碳酸化後轉爐石之重金屬 Cu、Cr、Pb、Ni 及 Zn 均有明顯下降的趨勢，而由桶槽溶出試驗得知加速碳酸化後轉爐石之重金屬 Cr、Pb 及 Ni 之溶出量亦均有明顯下降趨勢。綜合以上研究結果顯示，轉爐石表層之氧化鈣及矽酸鈣於加速碳酸化過程中，應會先行發生水化反應形成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 CSH 膠體，而 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 CSH 膠體再以液相碳酸化反應形成碳酸鈣，直到碳酸鈣佈滿轉爐石表層之孔隙，碳酸化反應即趨於平衡。而轉爐石進行加速碳酸化於其表層所形成之碳酸鈣，具有降低轉爐石高鹼性及穩定重金屬之功效，可提昇轉爐石資源化利用之價值，並兼具二氧化碳減量之效果。

ABSTRACT

Title : The effect of accelerated carbonation on the calcium species transformation of
BOF slag

Pages : 114

School : National Taipei University of Technology

Department : Institute of Mineral Resources Engineering

Time : January, 2010

Degree : Master

Researcher : Jhih-hua Jiang

Advisor : Ming-Sheng Ko

Keywords : BOF slag, accelerated carbonation, chemical property, mineral morphology, microstructure, heavy metal, leachability

In this study, the effects of accelerated carbonation on the chemical properties, mineral morphologies and microstructures of BOF slag under various accelerated carbonation parameters are evaluated. Under optimum accelerated carbonation parameters, the results indicate that particle size 3.5 to 7mm, 7 to 15mm and 15 to 25mm of BOF slags individually lowered their pH values from 12.3, 12.0 and 11.9 to 10.8, 10.5 and 10.4. Besides, thermal weight loss of BOF slag for particle size 3.5 to 7mm, 7 to 15mm and 15 to 25mm individually increased from 1.28 %, 1.09 % and 0.79 % to 1.72%, 1.38% and 1.57%. The mineral morphology micrographs and SEM micrographs of accelerated carbonation BOF slags show that the surface of BOF slag was feasible to form calcium carbonate. The XRD patterns of accelerated carbonation BOF slags show that there were calcite on the surface of BOF slag and the spectra of FTIR of accelerated carbonation BOF slags indicate that there were CO_3^{2-} function groups presenting on surface of carbonated accelerated carbonation BOF slags.

Based on the investigation of chemical properties, mineral morphologies and

microstructures of accelerated carbonation BOF slag on different reaction time, the results show that the grain size and thickness of calcium carbonate and the diffraction peak intensity of calcite on accelerated carbonation BOF slag surface increase with the reaction time. The calcium carbonate of BOF slag surface was formed by the reaction of Ca(OH)_2 and CHS gels produced from the hydration of the f-CaO and Ca_2SiO_4 with carbon dioxide through aqueous carbonation. Furthermore, the results in accordance with TCLP and Tank Leaching tests indicate that the leaching concentration of Cu, Cr, Pb, Ni and Zn in accelerated carbonation BOF slag was obviously decreased. Based on the above results, accelerated carbonation of BOF slag not only reduces high alkalinity of BOF slag and leachability of heavy metals in BOF slag, but also promotes the utilization of BOF slag and reaches the reduction of carbon dioxide.

