

高純度蒸気の生成と効率的な発電のための TOCとホウ素のオンラインモニタリング

イントロダクション

ある世界的大手の電力企業は、発電プラントにおけるシリカのスケールに関する課題を抱えていました。シリカのスケールによりタービン翼が損傷し、予定外の設備修理が必要となります。同社は最適な発電を維持していくために、根本的な課題を理解し、将来のダウンタイムを防止する解決方法を見つけたいと考えました。

発電はエネルギーの需要とコストに応じて行われます。運転開始時や停止時において温度と圧力の変動を抑えるために、蒸気純度を確保する必要があります。

課題

発電設備において、発電量の低下とタービンの振動が問題となりました。設備を停止してタービンを開けたところ、多量の白い残留物が発見されました。タービン翼の外側にシリカのスケールが発生していました。そこで、水処理プロセスが再評価されました。ボイラーの前段では、混床式イオン交換樹脂棟からなる脱塩システムが使用されます。脱塩システムの再生制御、およびボイラーへの給水純度を維持するためのモニタリングパラメータが評価されました。汚染物質を最小限にするためには、設備の運転開始と停止が重要となります。運転開始時に、汚染物質は蒸気にリークしてタービンへと混入します。これまでは、蒸気にリークするシリカを最小限にし、タービンへの付着を防止するために、オンラインシリカ分析装置が使用されてきました。

しかしながら、シリカ分析装置が警報値（10ppb）に達した時は、ボイラーへの給水を停止し、混床式イオン交換樹脂棟を再生するには遅すぎました。微量ながらシリカは既に蒸気中にリークしてタービンに付着していました。

解決

オンラインホウ素分析は、混床式イオン交換樹脂棟のような、イオン除去プロセスからのシリカのリークを最小限に制御するためのツールとしてよく使用されます。ホウ素は、他のイオンがブレイクスルーするよりも前にイオン交換樹脂から溶出します（図1）。オンラインホウ素分析計はホウ素を定量下限15pptまで測定することができます（図2）。従って、ホウ素分析は、シリカだけでなく、ボイラーへの他の汚染物質のリークも防ぐことができます。

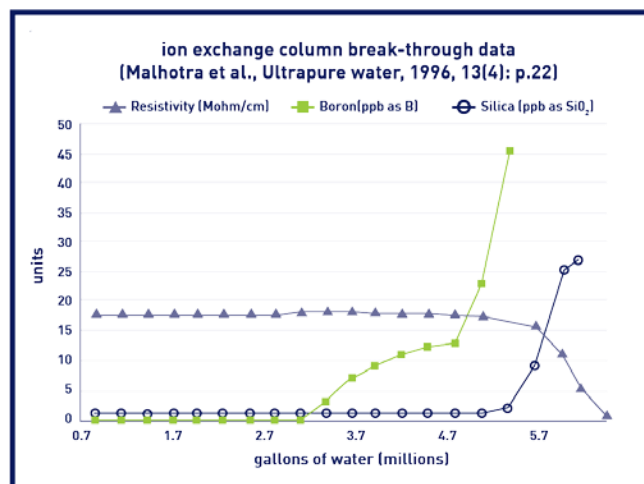


図 1.ホウ素、シリカ、および比抵抗の相関
シンプルな分析装置を使用することで、シリカのブレイクスルー防止とイオン交換樹脂の劣化管理に加えて、ボイラー給水の開始・停止を決定します。

全有機炭素 (TOC) 分析は、サンプル水中に存在するすべてのイオン性／非イオン性有機化合物の総量を測定します。非イオン性有機物は、処理システムを通してブレイクダウンし、高温高圧のボイラー中で腐食性酸性ガスに分解する可能性があります。脱塩システムの後でTOC分析を行うことで、ボイラーに給水してタービンへ蒸気を送るかどうかを決定することができます。同社の社内規定はTOC <40ppbです。この場合、導電率の大部分はTOCであるため、導電率の社内規定は<0.4μS/cmです。

TOCと導電率の関係式

$$\sigma \sim \frac{\text{TOC}}{100} < 0.4$$



図 2. (a) Sieversオンラインホウ素分析計は、超純水中の1～4流路において、ホウ素を15ppt～20ppbまでモニタリングできます。(b) Sievers 500RLeオンラインTOC分析計は、超純水のTOCを30ppt～2.5ppmまで測定できます。Sievers M9オンライン(c)およびポータブル(d)TOC分析計は、30ppt～50ppmの幅広く安定したレンジでTOCを測定します。

結論

世界的大手の電力企業は、設備を保全して、水処理プロセスを制御するためにオンラインモニタリングツールを使用しています。蒸気を高純度に維持することで発電効率を最大限に高め、ダウンタイムを最小限に抑えて、電力や天然ガスの供給に貢献します。

参考文献

- 1.Sauer et al., "Boron Removal Experiences at AMD," *Ultrapure Water*, pp. 62-68, Vol. 17, No. 5, May/June 2000.
- 2.Dennis, K. (Intel); Godec, R. (GE Analytical Instruments); Kosenka, P. (GE Analytical Instruments), "Progress Report on New On-Line Boron Analysis Research," Executive Forum Proceedings, *Watertech 2000*.
- 3.Sushma Malhotra (AMD), Otto Chan (AMD), Theresa Chu (Balazs Analytical), and Agota Fusko (Balazs Analytical), "Correlation of Boron Breakthrough versus Resistivity and Dissolved Silica in a RO/DI System," *Ultrapure Water*, pp. 22-26, Vol. 13, No. 4, 1996.
- 4.Wickham, R. (IDT), Godec, R. (GE Analytical Instruments), "Controlling Boron Levels in Semiconductor UPW using an Experimental On-Line Boron Analyzer," *Semiconductor Pure Water and Chemicals Conference*, Proceedings, pp 15-33, 2001.
- 5.Johnson, E. (Micron), Somerville, K. (Micron), Godec, R. (GE Analytical Instruments), Dunn, R. (GE Analytical Instruments), "The Analysis of Boron, Colloidal Silica, and Reactive Silica Leakage from Primary and Secondary Regenerable Mixed Ion Exchange Beds in an UPW System," Executive Forum Proceedings, *Watertech 2002*, Portland, OR.
- 6.Dunn, R., "New Analytical Technique Promotes Elimination of Silica in Feed, Steam and Condensate Systems," Presented at International Water Conference, Pittsburgh, PA, October 2002.7 Godec, Richard, "Preventing the Release of Nano Materials from Depleting Ion-Exchange Beds by Using an Online Boron," Presented at ULTRAPURE WATER Conference, Portland, OR, November 2011, Tall OaksPub

(翻訳: セントラル科学株式会社)