

水蒸気、大気など高温ガス環境における腐食評価試験

はじめに

尼崎事業所 材料評価部 材料機能評価室では、高温環境における材料の腐食評価を得意としています。水蒸気や酸素は金属を酸化させる力を持っており、試験条件によって様々な腐食形態を示します。これらのガスが存在する環境を模擬し曝露試験を行うと、金属の酸化（腐食）挙動を把握することができます。曝露環境は、例えば①各種発電所のボイラーのようにほぼ水蒸気だけの環境や、②工場からの排ガスのような酸素や水蒸気以外にも窒素、二酸化炭素等を含む環境があります。いずれの環境でも金属の酸化物が成長することによる地金の減肉や、それらが剥離・飛来することによる設備の汚染や損傷が問題となっています。これら様々な環境試験に対応すべく、試験装置の改良に日々取り組み、高温環境における腐食試験の腕を磨いています。

図1のような試験装置では、1000℃までの温度条件に対応でき、水素、二酸化炭素、酸素、アルゴン、窒素を供給できる他、水蒸気も同時に供給が可能です（混合ガス流量：～1 L/min前後）。水蒸気の濃度範囲は、一般的な加湿器ではおおよそ0～25%までしか制御できませんが、当室の装置では0～100%まで制御することが可能です。鋼種によっては水蒸気の含有量が酸化速度を大きくするため¹⁾、酸化挙動が未知の鋼種を評価したい場合に非常に有効です。また、この装置での曝露試験に、図2のような短冊形状のサンプルを用いると、一度に多数の鋼種の腐食挙動を調査することも可能です。

水素環境下での高温試験

近年のエネルギー問題や環境問題に関する事情から、水素をエネルギー媒体として利用する動きが活発になってきています。中でも燃料電池は、水素から発電したり、逆に電気を使って水素を発生させたり、高効率なエネルギーの相互変換を可能にします。燃料電池でより高い効率を得るためには、高温で動作させることが有利です。言葉だけでは簡単そうですが、高温になると、部材は金属で作らざるを得なくなり、素材自身の耐久性を把握することが必要になります。前述の図1に示す装置は、このような水素環境下での試験にも対応しており、水素の存在下で短時間～数千時間単位の曝露試験を行うこともできます。

複合環境での高温試験

前述の燃料電池の環境は、金属板全面が単一環境（図3(A)）に曝露されているわけではありません。金属板を隔膜として一方は水素、もう一方が酸素に曝露される複合環境（図3(B)）です。複合環境は特殊に思えますが、水蒸気の通る配管は内側は水蒸気、外側は空気であり、意外に身近にある高温部材は複雑な環境に曝露されていることが多いことに気がきます。

図3(B)の環境を例にとると、水素が腐食促進の原因となります。図4に腐食促進のイメージを示します。

水素は金属によく溶解込み、濃度（分圧）の高い方から低い方へ流れていく特性があります。金属板を隔膜とした場合、水素の膜間差圧を駆動力として、図中に示す

通り水素側（水素の分圧大）から酸素側（水素の分圧小）へと流れていき、水素は酸素側で水蒸気となり、金属の酸化や酸化物の破壊を促進すると言われていています²⁾。前述の水蒸気の通る配管も、金属を透過する水素が腐食に影響すると言われており管内側（水蒸気側）で生じた水素が管外側（空気側）に透過し、酸化を促進することがあります³⁾。当社では、実機の複合環境を模擬した装置を作製し、腐食の試験・評価が可能です。

おわりに

高温下での金属の腐食課題は使用環境によって様々です。今回ご紹介した試験はごく一部で、もっと複雑な系での曝露試験や急速昇降温サイクルに対応した高温酸化試験も可能です。装置はご要望の試験内容に合わせてカスタマイズしていくのが当室の得意とするところですので、まずはお気軽にご相談ください。

参考文献

- 1) 新居和嘉 他、腐食防食協会編 金属材料の高温酸化と高温腐食、丸善、pp.142-143、(1982)
- 2) G.R. Holcomb, M. Ziomek-Moroz, S.D. Cramer, B.S. Convino Jr., S.J. Bullard, *J. Mat. Eng. Perform.*, 15 (4), 404-409 (2006)
- 3) K. Nakagawa, Y. Matsunaga, T. Yanagisawa, *Mater. High Temp.*, 20 (1), 67-73 (2003)

お問い合わせ先

尼崎事業所 材料評価部 材料機能評価室
齊藤 崇

TEL : 06-6489-5779
FAX : 06-6489-5799
saito.takashi.s5s@nstec.nipponsteel.com

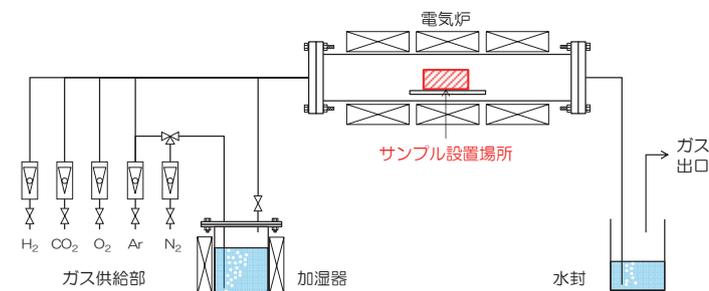


図1 酸化試験装置の概略図（H₂は不活性ガスとのみ同時供給可）



図2 短冊サンプルの例（一般的なサンプル寸法：W15×L25×t2 mm）

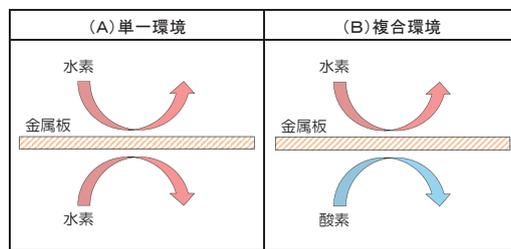


図3 金属板サンプルの曝露雰囲気

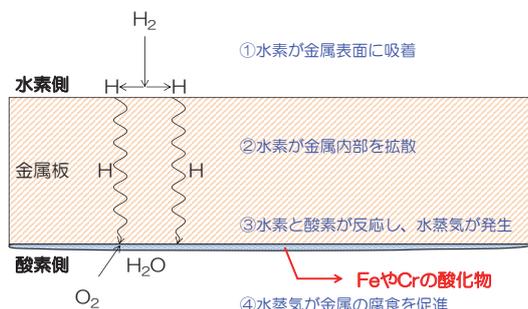


図4 複合環境での腐食促進のイメージ