

## 【非金属介在物の画期的な検査方法】

レシプロエンジンの弁パネ等に代表されるマルテンサイト系高強度材で問題となっているギガサイクル疲労損傷は、部材内部の大きな非金属介在物 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系, SiO<sub>2</sub> 系) が原因で生じています。近年では極めて清浄度の高い材料が開発されていますが、鋼材中の比較的大きな介在物を皆無にすることは技術的に厳しく、鋼材提供側、製品設計側相方とも、存在しうる介在物のサイズを把握することは不可欠であります。

現状、介在物の評価方法には、鋼材断面をスライスして顕微鏡で介在物をピックアップする方法と、実際に高サイクル疲労試験を実施して破断面を観察し、起点の介在物をピックアップする方法が行われていますが、前者では大きな介在物にヒットする確率が極めて低く、後者では試験対象部内で最大の介在物が現出するが膨大な時間(費用)がかかる問題があります。

弊社顧問である、九州大学 村上敬宜名誉教授提案の「水素チャージによる介在物評価法」は、試験対象部内に存在する最大の介在物を捕らえることが出来るので信頼性の高い評価が出来るだけでなく、介在物確認のための効果的検査法と言えます。

弊社は、本手法を用いた非金属介在物の評価を許された試験機関です。

## 【評価方法の概要】

部材中に存在しうる最大の非金属介在物の寸法を推定する場合、極値統計法が用いられています。これは、様々な方法で部材の局部から得られた介在物サイズのデータを処理して、評価したい部材の体積中に存在する最大の介在物寸法を推定する手法です。

介在物サイズのデータ収集方法として、従来は(1)光学顕微鏡による断面観察、(2)高サイクル疲労試験による介在物現出、の2つがありますが、一長一短があります。(1)は、短時間で多数のデータが採取できる反面、大きな介在物を捕らえる確率が殆ど無いこと、対象とする Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系, SiO<sub>2</sub> 系の介在物を捕らえていない可能性が高いこと、平面での評価であること等の問題があります。(2)では、確実に評価体積中で最大の介在物を捕らえることが出来る反面、疲労限付近で破壊させるために極めて時間がかかること、費用がかかること等の問題があります。

水素チャージ法では、確実に評価体積中で最大の介在物を捕らえることが出来る上、比較的短時間でのデータ採取が可能であり、最大介在物を確認できる効果的検査法と言えます。

また、本手法を用いて介在物サイズが改善された鋼材を絞り込むことにより、設計のベースとなる試験研究に関する費用が大きく低減できます。

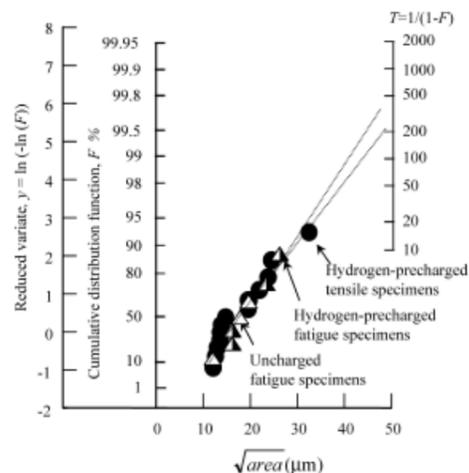


図1 疲労試験法と水素チャージ法のデータ比較

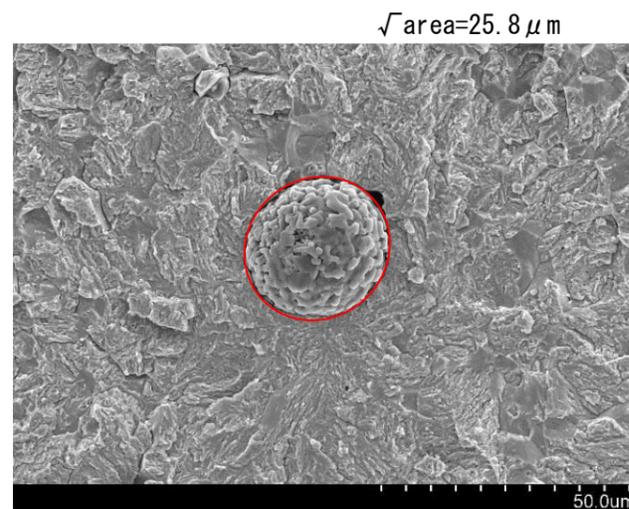


図2 水素チャージ法による介在物現出例

表1 介在物検査手法の比較

	水素チャージ法	断面観察法	疲労試験法
評価体積	大	— (面)	大
評価範囲での最大介在物をヒットする確率	ほぼ 100%	ほぼ 0%	ほぼ 100%
採取可能データ数	小 (試験片本数と同じ)	大	小 (試験片本数と同じ)
データ採取期間	小	小	大
試験コスト	小~中	小	大
データの信頼性	大	小	大

## 【対象材料】

フェライト系またはマルテンサイト系の材料で、硬さが 400HV 以上のもの。(硬化熱処理により 400HV 以上の硬度になるもの)

## 【データ採取の流れ】

- 供試材の硬さ計測：450HV 以上必要です。
- 硬化熱処理：供試材の硬さが 450HV 未満の場合に実施します。なお、硬化熱処理を実施しても硬度が 450HV を超えない場合は、本手法は適用できません。
- 試験片加工：供試材のサイズに応じて最適な形状をご提案いたします。
- 水素チャージ：試験片の平行部に水素を侵入させます。
- 引張破断：水素チャージ後、引張試験機で速やかに試験片を破断させます。
- SEM 観察：破断起点部の介在物を撮影し、種類の同定と寸法 ( $\sqrt{\text{area}}$ ) を計測します。
- 極値統計処理：極値統計グラフを作成し、評価体積から最大介在物サイズを推定します。

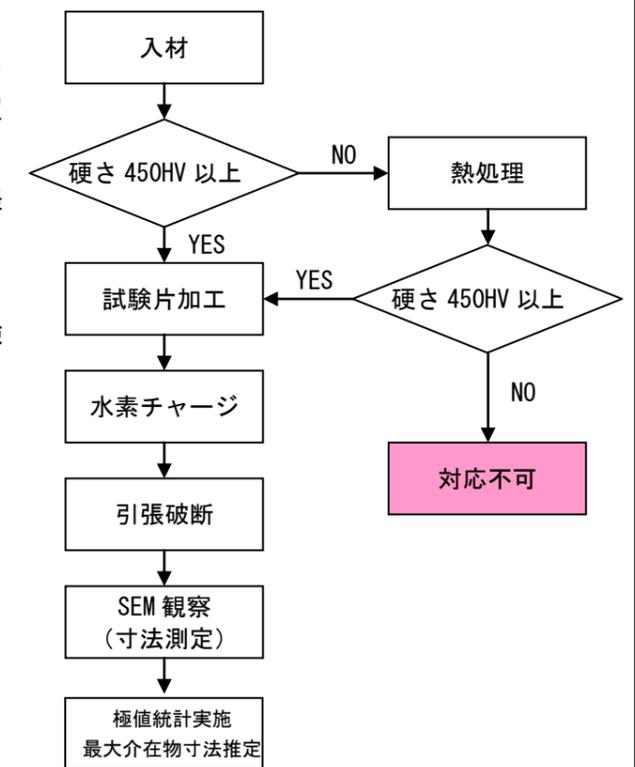


図3 検査のフロー

## 【取得データの活用法】

- 鋼材メーカー様：溶解チャージ毎の品質管理や、新鋼種・新製法開発時の介在物サイズ確認に有効です。
- 製品メーカー様：部品の強度設計時に、信頼性の高いベースデータとなります。また、原材料の品質管理にも有効です。

## 【お問い合わせ】

〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島 47-13

株式会社 神戸工業試験場 営業本部

高木 和夫 E-mail: [k-takagi@kmtl.co.jp](mailto:k-takagi@kmtl.co.jp), TEL: 079-435-5010 (代)