

ボイラ設備用配管溶接部のき裂測定技術の開発について (その2)

九州電力(株)

○早野 幹人

九州電力(株)

金谷 章宏

九州電力(株)

楠元 淳一

九州電力(株)

北川 秀昭

東亜非破壊検査(株)

向野 英之

東亜非破壊検査(株)

最所 辰則

Development of crack measuring technology to be applied to pipe weld for boiler facility. (part2)

Mikito HAYANO, Akihiro KANAYA, Junichi KUSUMOTO, Hideaki KITAGAWA,
Hideyuki KOHNO and Tatsunori SAISHO

1 緒 言

近年、火力発電設備の高経年化が進んでいる。電力の自由化に対応するためには発電コストを低減する必要がある、修繕費節減、長寿命化を図る目的から、き裂を有する損傷部材でもその健全性が評価出来れば修理を必要とせずに運用するという考え方が今後主流となってくる。これを実現するためには、発生したき裂等を早期に、かつその程度を定量的に計測する必要があり、各種損傷に応じて適切な探傷方法を用いて検出精度を向上させることが求められている。

主蒸気管や再熱蒸気管溶接部に発生するクリープ損傷に起因した TypeIV き裂は、発生位置（内在）、発生方向（傾斜）において、通常の超音波探傷方法では、検出しにくく、き裂高さの測定が困難である。今回、フェイズドアレイ超音波法を適用し、TypeIV き裂を模擬した疲労き裂の検出及び高さ測定精度評価を行ったので、その概要について報告する。

2 疲労き裂内在試験片

TypeIV き裂は内在した傾斜しているき裂で、先端が閉じているため、検出が難しい。そこで、き裂形状が類似している疲労き裂を用いて、検出性能の評価を行った。また、き裂の傾きは、検出性に大きく影響するため TypeIV き裂と同様に傾斜した疲労き裂を内在させた溶接試験片を製作した。Fig.1 に示すように、開先をとり疲労試験機で疲労き裂を導入した後、溶接を行った。

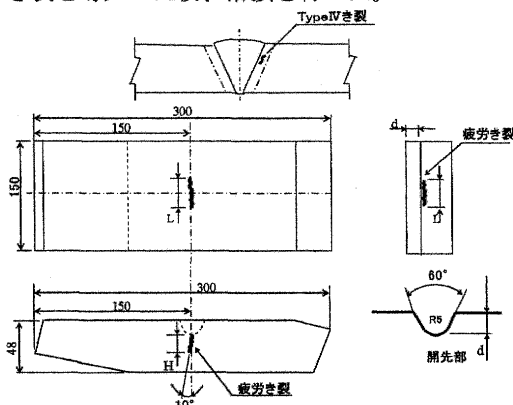


Fig.1 Fatigue cracks test piece

Fig.2 にその断面を示す。内在された疲労き裂は、高さが 3.3, 5.7, 10.2mm であった。Table1 に実測き裂高さを示す。

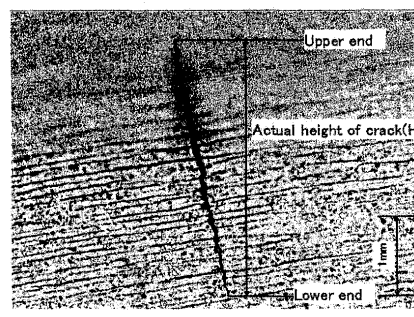


Fig.2 Side view of fatigue crack

Table1 Actual height of fatigue crack

Test piece No.	actual height
1	3.3
2	5.7
3	10.2

単位:mm

3 試験方法

Fig.1 で示した試験片を用い、Fig.3 に示すフェイズドアレイ探触子と各種クサビの組合せにより、縦波斜角ビームを発生させ、リニアースキャン、セクタースキャン、ビーム集束操作を行い、疲労き裂の検出性、高さ測定性能の評価を行った。Fig.4 に示すように、疲労き裂が傾斜している方向からの探傷を走査面B、反対からを走査面Aとした。探傷条件を Table2 に示す。

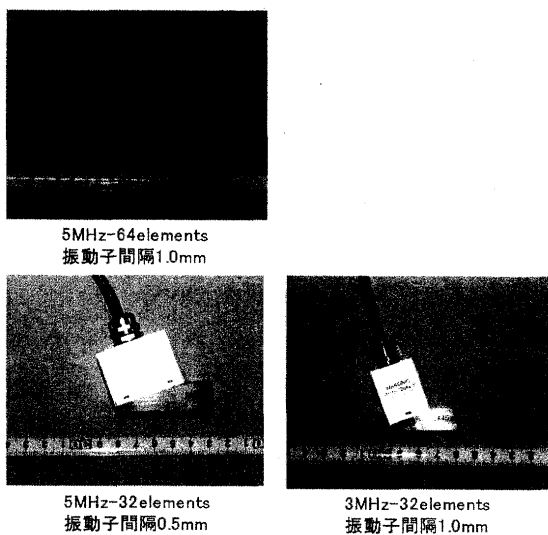


Fig.3 Phased array probe

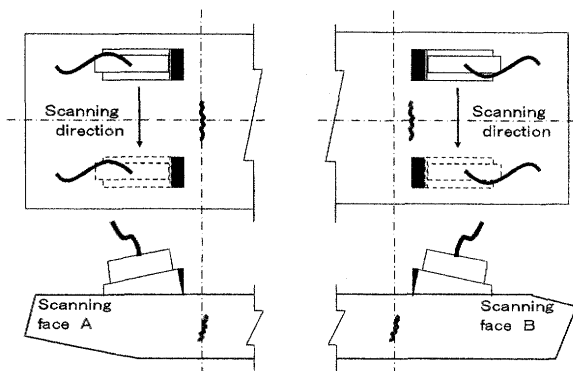


Fig.4 Measurement technique

Table2 Scanning condition of probe

Probe	Wedge	Sector scan	scanning face
5MHz-64element	Longitudinal wave 45°	40° ~ 60°	A
	Longitudinal wave 60°	50° ~ 70°	B
5MHz-32element	Longitudinal wave 45°	40° ~ 60°	A
	Longitudinal wave 60°	50° ~ 70°	B
3MHz-32element	Longitudinal wave 45°	40° ~ 60°	A
	Longitudinal wave 60°	50° ~ 70°	B

4 試験結果

- (1) Fig.5 に全ての探傷結果を示す。疲労き裂は、全ての探傷方法で検出可能であった。
3MHz 探触子の測定値差が最も大きい、き裂高さ 10.2mm において、下端部エコーが明瞭でなく、過小評価となったためである。
- (2) Fig.6 に 5MHz 64 エLEMENT 探触子 60° の探傷結果を示す。5MHz 64 エLEMENT 探触子 60° が最も測定値差が小さく、-0.24~0.60mm の測定値差で探傷可能である。また、探傷面の影響も少なく、き裂の傾きに対して探傷方向に関係無く検出可能である。これは ELEMENT 数が多く、超音波エネルギーが高く、SN 比が改善し、精度が向上したためと考えられる。

- (3) 5MHz 32 ELEMENT 探触子は、ELEMENT 寸法が 5MHz 64 ELEMENT 探触子より小さく分解能は良いが、エコー高さが低いいため SN 比が低下し、測定値差が多少大きくなった。

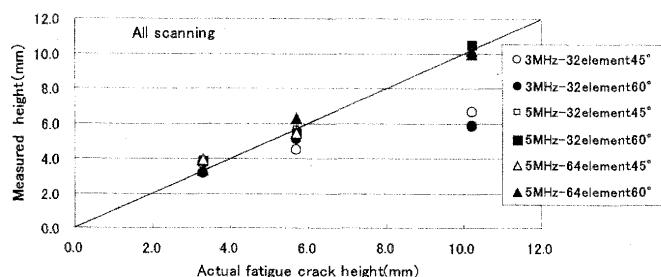


Fig.5 Result of test(ALL scanning)

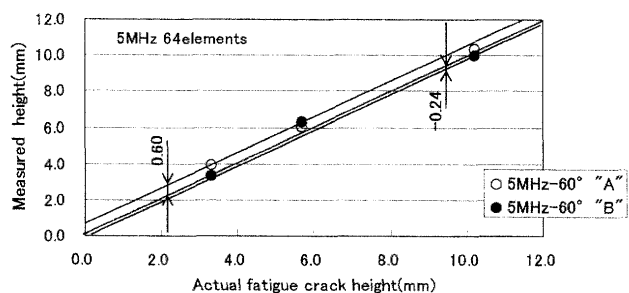


Fig.6 Result of test(64elements 5MHz)

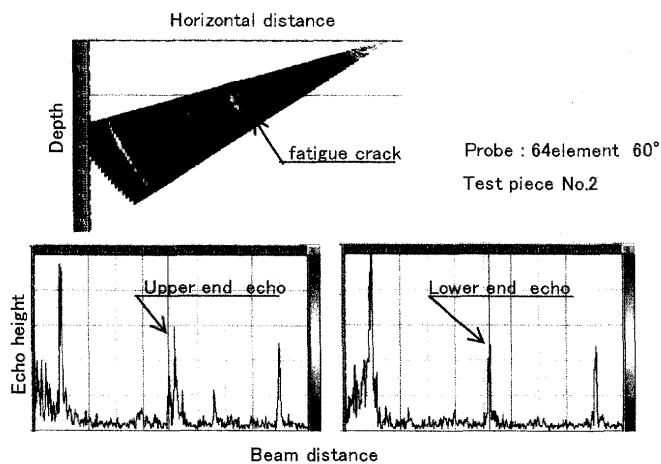


Fig.7 Inspection portrait

5 結 言

疲労き裂の検出及びき裂高さの測定は、64 ELEMENT 5MHz 縦波斜角 60° を用いることで測定値差 -0.24~0.60 mm で検出可能であり、Type IV き裂を探傷する場合においても精度良い検出と高さ測定が可能であると考えられる。

今後は、実機サンプル試験片を用いて、き裂高さ測定精度の検討・検証を行う予定である。

参考文献

- (1) 向野他: ボイラ設備用配管溶接部のき裂測定技術の開発について (その 1) 第 11 回動力エネルギー技術シンポジウム講演論文集