

討7

圧延材の疵検出について (厚板関係)

新日本製鐵 本社 福原章男 ○藤井國一

1. 緒 言 厚板の欠陥には、表面疵と内部欠陥がある。表面疵の検出は極めて難かしく、渦流、レーザー、ITV、等による方法が検討されているが、未だ、確かな方法は見つかっていない。そこで今回は、厚板の内部欠陥検出を中心に展望する。

厚板の内部欠陥(ラミネーション、二枚板、等)を検出する方法としては、現在、広く超音波探傷が用いられている。最近では特に、ボイラー、圧力容器、等、構造物が大型化、高圧化され、また、使用温度も、より高温、より低温となってきた。さらには、溶接施行が全面的に採用される様になり、厚板の端部及び内部の健全性が、極めて重要となってきている。欠陥の有害度は、造る構造物の種類、設計施行の仕方、等により異なるため、探傷基準は、鉄鋼メーカー、鋼板ユーザー、大学等の中立機関の協議により、使用条件に合った基準が定められている。

超音波探傷機は、鉄鋼メーカーに於て、検査用ばかりでなく、品質管理の有力な手段として、盛んに使用されてきている。また、鉄鋼メーカーでは、探傷基準の多様化、鋼板処理量の増大に伴ない、探傷機メーカーと共同で、探傷機、探傷方法の開発を行っており、次第に検査の近代化がなされてきている。ここでは、いわゆる厚板圧延機による厚板の連続自動超音波探傷の現状と技術の動向につき、とりまとめ報告する。

2. 探傷方法と装置

連続自動超音波探傷法は、大きく分けて二種類ある。一つは、圧延ライン上で探傷するオンライン自動探傷法、他の一つは、精整ライン等で探傷するオフライン自動探傷法である。

2-1. オンライン自動探傷法

これは、主として鉄鋼メーカーが、品質管理を目的として実施しているものである。現在、実用化しているもの及び研究開発中のものは次のとおり。

(1) ウォータージェット式自動探傷方式: 本方式は、1943年A. TROSTが最初に提案した鋼板の二枚割欠陥を検出する方法で、鋼板の上下に、送信、受信探触子を配置し、水ジェットの接触媒体を通し、音波の減衰を測定するもので、最初に設備を製作したのは、KRAUTKRÄMER社である。高温鋼板の両面から水ジェットを注ぎ、探触子の直下を一瞬100℃以下に急冷し、超音波を容易に通過させる様にしたものである。初期の装置は、1m幅以上の鋼板に対し、80本の探傷ラインをもち、50mm間隔で板を走査する。噴出水ジェットの直径は8mm、鋼板表面の約16%が検査される。直径50mm以下の欠陥に対しては、統計的処理で判定される。特に直径5mm位の介在物については、それが完全に音波の通路に横たわった時しか検出できない。これによると、厚み10~50mmの厚板の二枚割や大きな介在物を、10~50%minの速度で探傷することができる。また鋼板温度200℃、厚み30mmの鋼板については、経験上、最大10%minまで探傷できた。本装置は種々改良され、1962年英国B. S. C.社に納入され、その後日本でも設置された。一方、日本に於ても検査の自動化が強く唱えられ、昭和44年5月に、日本学術振興会製鋼19委員会超音波探傷協議会に、厚板自動探傷法研究会が発足し、鉄鋼メーカー、装置メーカー、中立委員をメンバーとして、金属材科技術研究所で実験がなされた。この結果、人工場5mm幅で、検出可能な温度

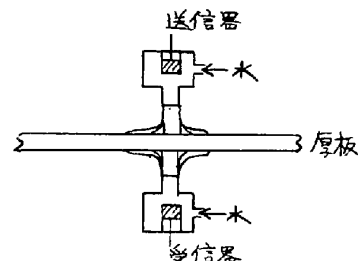


図1. ウォータージェット式自動探傷方式

は、予冷のない場合 160℃、予冷のある場合 200℃ という結果が出た。これら研究結果にもとづき、国内探傷機メーカーによる国産一号機が昭和43年新日本製鐵(八幡)に完成した。その後、各厚板工場で採用され、国内には現在、十基設置されている。現在実用化されている装置の主な仕様は次のとおり。

ラインスピード 50 m/min , 板厚 6~40 mm , 検出欠陥 10 mm \times 10 mm 100%検出
探傷ピッチ 100 mm , 板温 350℃以下

(2) 精密オンライン自動探傷方式：本方式は、分割型探触子を用いたオンライン装置で、ウォータージェット方式に比べ、水の使用量が極めて少なく、精密探傷用として使用されている。昭和42年新日本製鐵(古畑)の熱処理炉前に設置されたのが最初で、現在国内厚板工場に2基設置されている。主な仕様は次のとおり。

ラインスピード 0.5~2 m/min , 板厚 6~50 mm , 板幅 1,000~4,000 mm
板温 50℃以下 , 平坦度 $\pm 20 \text{mm}$ / 300 mm 以内

(3) 加圧ローラー式自動探傷方式：本方式は、新日本製鐵と帝國通信工業が共同で開発中のもので、板温 500~1200℃ の高温探傷用オンライン装置である。これは、ドライ・カップリング法とも言われ、接触媒体として水を使用しないのが特長である。ロール間に圧力を加えることにより、中間気層がなくなり、金属間接触となり、超音波が良好に通過するものである。感度は、圧力と板の温度により異なる。本方式は水を使用しないため、板の形状に悪影響を与えず、1200℃の高温でも探傷が可能であり、またラインスピードも 120 m/min と高速でも探傷が可能であるところに特長がある。この方式で最も重要なのは、板とロールの接触状態で、板のフラウに影響されない均一加圧方法が必要である。本技術が開発されると、マラブ、ブルームにも適用出来、用途の広い技術である。

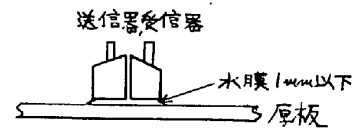


図2. 精密オンライン自動探傷方式

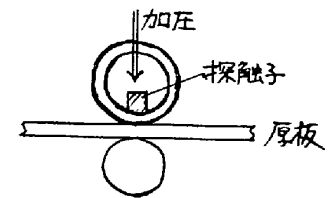


図3. 加圧ローラー式自動探傷方式

2-2. オフライン自動探傷法

近年のめざましい日本工業の発展に対応して、鋼材の製造も大量流水生産方式となり、また、要探傷材の増加に加えて、探傷のための要員確保も困難になってきた。このため、手動探傷法に代る精密探傷として、大量処理用オフライン自動探傷装置が必要となり、数年前から、鉄鋼メーカーに設置される様になった。これは出荷検査用として偉力を発揮している。

(1) 移動台車式自動探傷方式：本方式は、レール上の台車に探傷機を乗せ、四周探傷用と中央探傷用二種に分かれた探触子で精密探傷するものが多い。中には板が移動するものもある。探触子は2-1(2)と同様、分割型で水を接触媒体としている。これは、近距離欠陥の検出、薄手鋼板(6mmまで)の探傷に適しており、検出精度も良く、1.8φ深さ2.0 mm (垂直探触子は、2.8φ深さ5.5 mm)の欠陥まで完全に検出できる。この自動探傷装置で重要なのは、前記の加圧式と同様、探触子と鋼板の音響結合にあり、スケール、曲り、等で探傷感度が変わることがある。現在、国内の厚板工場で5台稼働している。実用化装置の主な仕様は次のとおり。

板厚 6~50 mm , 板幅 7,000 mm , 探傷速度 最大 90 mm/sec
平坦度 最大 8 mm / 板長 1,000 mm の正弦波状うねり

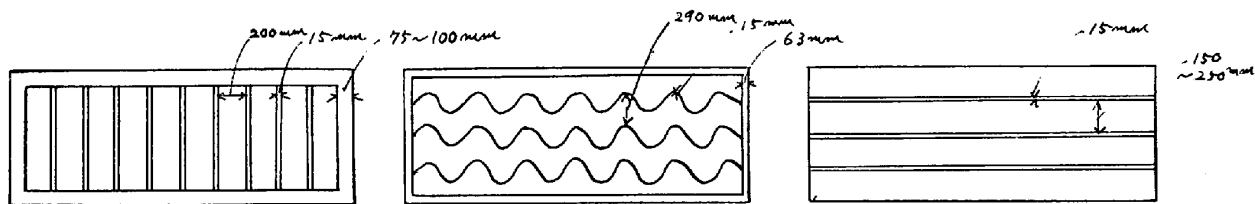


図4. 探傷パターン例

(2) ギャップ式自動探傷方式: 本方式は、300~400℃の高温厚板をオフラインで探傷する装置で西独に於て開発された。これは二探触子を使用した精密探傷機で、水を10~14 m/secの高速で流し乱流をつくる。渦が熱交換を良くし、且つ探触子の下に気膜が出来ない。また、板厚変動により感度が変わるのを防ぐため、板厚シミュレーターを用いて、感度の修正を自動的に行なっている。実用化装置は、十個/組となり、板の上を滑る様に移動し探傷する。探触子が板の端部に来ると、端部検出装置が作動し、探触子が上昇する。この種の形の实用機は、未だ他に見うけられない。

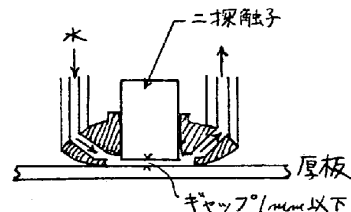


図5. ギャップ式自動探傷方式

3. 結 言 厚板の疵検出の中、内部欠陥を対象とした連続自動超音波探傷装置の現状につき述べたが、今後の厚板工場の生産及び品質の向上の爲から、超音波探傷装置は更に進歩するものと考えられる。

オンライン自動探傷は、その性能から品質管理用として、高温・高速に耐え得るものが要求されている。一方、オフライン自動探傷は、あくまで精密探傷用として、検査に使用され、これは手動探傷に代る性格のものである。

他方、超音波探傷基準は、前述のとおり、メーカー、ユーザー、中立機関の協議でつくられるものであり、手動探傷を前提にしている。そのゆえ、工業の発展により生じた自動探傷機に対しては、従来の慣習にとらわれずに柔軟な態度で、これを正しく評価し、公の検査基準を早急につくり、これが商取引に採用される事が、日本経済の発展にも役立つものと考えらるべきである。

表面疵自動検査方法については、現在その検出方法が未定であり、技術的にかなり難しいことが予想されるが、やがては開発され、実用化されることであろう。

4. 参 考 文 献

- (1) 厚板の自動超音波探傷法研究報告書, 日本学術振興会製鋼第19委員会超音波探傷法協議会
- (2) SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NONDESTRUCTIVE TESTING
- (3) 福原, 佐々木, 佐藤, ND工会議資料, 2分割探触子による自動探傷の現状について