論 説

第三者検査機関の立場からみた溶接の 管理と非破壊検査*

賀 来 信 一**

On Quality Control and Non-Destructive Inspection of Weld from View Point of the Third Inspection Party*

by Shinichi Kaku**

製造物責任

最近“Product Liability”(製造物責任)という言葉を目にしたりすることが多くなった。製造物責任というのは本来製造物責任訴訟で用いられる法律用語である。

製品の設計や工作上の欠陥のためその使用者や周囲の人および財産が危険な状態におかれたり、損害を蒙った場合、被害者は製造者に対して製造物責任訴訟を起すことがある。

製造物責任訴訟は米国では、1963年までは合計約5万件であったが、1964年から1966年の3年間に10万件となり、さらにその後の4年間には50万件的ラインを突破し、1970年代の中期の予測は年間およそ100万件的に達すると予想されている。

友達づきあいをしながらもある事項に限定してはおたがいに訴訟係争をするという訴訟好きな米国人であるから内容は他愛のないことと思うかも知れない。

「私の大学での仕事の半分は技術にからんだ訴訟の証人になったりすることです。日本はまだ安泰ですね。」

これは米国マサセチューツ工科大学教授の増渕興一氏が先年筆者に洩らした言葉である。

工業化が急速に進んで各地で原子力プラント、石油コンビナート、パイプライン、大型船舶等巨大な構造物が続々と製造建設されているが、もしこれらの構造物の欠陥のため損傷事故がおこればこれによる災害ははかり知れないものがあることは今更いうまでもない。

この場合災害は誰の責任であり、誰が補償するかの問

題、すなわち製造物責任訴訟は今後日本でもさけて通ることのできないものとなろうとしている。

米国における判例では製品がその設計あるいは工作に起因する欠陥のために被害があった場合、製造者は必ずその責任を追及され、敗訴になる可能性が大きい。

さらにたとえその製品が政府機関や公共団体または第三者検査機関の検査に合格していた場合でも、製造者はその責任を解除されないのが普通である。

製造者はその責任において欠陥のない製品を作ることがそのユーザや地域住民はもちろん自分自身を守るためにも必要不可欠であると考えるべきであろう。

非破壊検査よりも溶接の品質管理

最近の巨大構造物はすべて各種の溶接が使われているだけに、その損傷事故の原因は溶接と関連することが多いことも事実である。

「また溶接が原因の事故か。」

眉をひそめて事故の報道を見たり聞いたりする溶接技術者は昨今少なくないであろう。明日はわが身、他人事ではないのである。

しかし、溶接構造の船舶の損傷調査をここ数年担当している筆者の浅い経験では溶接欠陥だけが原因で船体に損傷事故を発生することはまれである。

多くの損傷は溶接部およびその近傍に発生するが、いずれも構造上の不連続部の応力集中によるもので、設計上の配慮の不足によると考えられる。しかしこれらの応力集中部に発生するき裂は母材の破壊じん性が良好であればあまり大きくならないうちに発見され、大事にいたらないのが普通である。

しかし、まれであるとはいえ溶接欠陥による損傷は継

* 原稿受付 昭和50年2月5日

** 正 員 (財)日本海事協会 Member, Nippon Kaiji Kyokai

手内部の連続した欠陥からかなり長いき裂が発生することがあるため大きな損傷事故につながることもあり特別な注意が必要である。

損傷事故の原因となる溶接欠陥を防ぐにはどうすればよいか、それは二つの方法がある。

1つは溶接後非破壊検査を厳格に行なって溶接欠陥をすべて検出し手直する方法である。しかし、この方法は以下に述べるとおりあまり良い方法ではない。

- (1) 溶接欠陥を完全に検出するためには、溶接線全長にわたる非破壊検査が必要で、検査コストが過大となる。
- (2) 1つの非破壊検査法では検出できない欠陥があるため、いくつかの検査法を併用しなければ完全を期しがたい。たとえばX線検査でき裂を発見することはきわめて困難である。
- (3) 溶接欠陥を発見し補修溶接すれば、その部分はビードのスタートがクレータに重なり合い、さらに欠陥をつくる結果となる。補修溶接部からき裂が発生した例もある。

溶接欠陥をつくっておいてからこれをいかに能率よく発見し、上手に手直しかという技術はあまり発展性がない。むしろ欠陥を作らないためにはどうすれば良いかという技術と管理の手法の開発こそ品質の維持向上とコストダウンにつながるものといえよう。

非破壊検査がすんで溶接が完了

「溶接が終わりました。あとは非破壊検査屋さんに検査してもらって下さい。検査コストが高くなるからたくさん枚数のX線はとらないで下さい。小さな欠陥はトラブルのもとになるからうつらないようにX線写真をとって下さい。悪いところがあったら手直します。」

このような言葉が溶接技術者から発せられることを何度かかげで聞いたことがある。結果として非破壊検査会社はペネラメータは鮮明に、また映像は不鮮明なX線写真をとることが上手になり、何のための検査かわからずやる気をなくしてしまう。また抜き取り検査でたまたま見つかった欠陥だけを手直してこと足れりとすることも無意味である。

製造物責任を真剣に考えている溶接技術者であれば次のような発言をすることになるだろう。

「溶接がおわりました。有害な欠陥を作らないように充分管理してありますし、心配なところはあらかじめ非破壊検査し欠陥のないことをたしかめてあります。」

だからどこでもどんな方法でもよいから検査してみてください。有害な欠陥はあるはずがありませんから。」ともしも有害な欠陥が残っていてそれが損傷事故の原因

ともなれば、当然責任者である自分が追究されることになるから、製造者は第三者検査のあるなしとは無関係に品質の向上をはかることになるであろう。

つねに溶接部の品質が安定して良好であれば第三者検査における非破壊検査はチェックの役割りをはたすだけにとどまることになり、検査は将来大巾に簡略化されることになるだろう。

欠陥の合否基準を明確に

第三者検査あるいはユーザの受入検査においてつねに問題となるのは欠陥の合否基準すなわち許容できない手直しすべき欠陥とは何かということである。

どのような技術規則や仕様書をみても次のように書いてある。

「溶接部にはワレ、有害なブローホール、スラグの巻込み、アンダカット、溶込み不足があってはならない。」と。

人間的要素の多い手溶接でこの種の欠陥を皆無にすることは不可能であり、管理の限界を越えるものである。

工業製品はマクロ的にもミクロ的にも若干の欠陥の存在を認めなければ成立たないことは今さらいうまでもない。しかし有害な欠陥はあってはならないのである。

有害な欠陥にのみ着目すれば、それを皆無にするための管理はそれほど困難ではない。

たとえば船舶を例にとって考えてみよう。

船体構造で溶接部から破断した損傷事例を調査すると大部分は連続する溶込不足が原因であり、ブローホールやスラグの巻込みが損傷につながることは皆無である。

船体構造の突合せ溶接部では余盛りを残すことが普通である。通常の軟鋼や 50 kg/mm² 級高張力鋼の突合せ継手の場合は静的強度は母材強度より大きいことは普通である。

さらに疲れ強度は継手断面の欠陥による面積減少率に比例して低下するから、ブローホールやスラグの巻込みは常識外のものでなければ疲れ強度の低下はあまり大きくない。

いっぽう余盛りのある継手では余盛り端部の応力集中のため、溶接内部がいかにも健全であっても余盛り端部で疲れ破壊が起り、母材よりも低い疲れ強度となってしまう。

いいかえれば疲れ強度については、余盛りによる強度低下よりも強度低下の影響の少ない小さな内部欠陥は問題としなくてもよいと考えるべきである。現在の余盛り付き突合せ継手は溶込不足などの有害な内部欠陥さえなければ船体構造に関するかぎり疲れ破壊することは皆無である。

溶接工10人に対し1人の溶接監督者を

船体構造では突合せ溶接の有害な内部欠陥はき裂と溶込み不足だけと考えられる。低水素溶接棒の始端のブローホールを含めて散在するブローホールやスラグの巻込みはメではないのである。

となれば管理のポイントはき裂および溶込み不足の防止にしなければよい。

き裂の防止は溶接棒の使用区分、予熱、溶接順序の適正化をはかることで解決のメドは立つし、どこにき裂がでやすいかは今までの経験から容易に推定がつく。

溶込み不足の防止は溶接直前の開先の確認、裏掘りの確認が管理のポイントとなる。しかしこれだけでは完全ではない。溶接工1人1人が溶込み不足は残してはならないという心構えと、溶込み不足を作れば必ず発見されるという気持ちをもたせることが必要となる。

そのためには溶接工は自分の溶接した継手の横に自分の名前を書いておく。そして監督者は部下の溶接を外観だけではなく、内部にき裂や溶込み不足のないことをその名前とともに確認することが必要である。

溶接内部の確認は非破壊試験法によらなければならないが、必ずしも従来のコストの高いX線や超音波を使わなくても可能である。

たとえば最近一部の非破壊検査機器メーカーでこの目的のために試作されている簡易超音波探傷器が役に立ち得るであろう。

あらかじめ検出する欠陥の種類と大きさを設定しておけばあとは斜角探傷によって限度を越える欠陥があれば検出の上、ブザー音およびランプの点滅によってその存在を示すことができる。探傷のための特別の技術は不要

であり、カメラ程度の軽量小型のため携帯に便利で今後造船界はもちろん各方面で利用されることを期待している。

き裂防止や溶込み不足を防止するためのこの管理法には溶接監督者の存在が必須である。これだけの事項を管理をするためには溶接工10人に対し少なくとも1人の溶接施工監督者が常時いなければその目的を達することは困難と考えられる。

部下の溶接工を指揮して正しい溶接を行なわせるため、この監督者は溶接工としての技能をマスターしていることとともに溶接に関する正しい技術知識をもつことが望まれる。(社)日本溶接協会で認定された3級溶接施工技術者程度の技術レベルが望ましいものといえよう。

全国で資格を有する溶接工の数は20万人といわれており、10人に1人の監督者が必要とすれば少なくとも2万人の3級施工技術者が今後必要となる計算になる。

最後につけ加えておきたいのは、非破壊検査における欠陥の許容基準を決める際は溶接技術者の参画ないしはリーダーシップが絶対に必要なことである。

実際の溶接ができないようなきびしい合否基準が溶接技術者の手のとどかないところで決められ、そのしわよせを全部溶接技術者が引受けることになってはならないからである。欠陥の許容基準が合理的にきまったのはじめてその欠陥を発見するのにもっとも適した非破壊検査法とその合否基準をきめるべきであろう。

現在の技術で自信をもって溶接ができるような許容欠陥基準をベースとして、材料の選択と構造設計、工作および検査が一連の関連をもつシステムとして進められてこそ製造者責任を全うすることが可能となると信じている。

(終)