

ボツになったJSSC原稿「検査手法の技術・技能伝承」

名古屋営業所 近藤 浩

キーワード 鉄骨 検査 外観 目視 不具合 NG 不良率

概要 2012年秋、本社足立部長の「下請け」で書いたJSSC（日本鋼構造協会）の原稿がボツになった。後半の部分に数々の不都合な現実を書いたことが良くなかったらしい、編集者に「JUSTさん、こんなこと書いて自分の首を絞めるのでは？」とまで言われた。そのボツになった原稿をそのまま掲載する。 所詮「業界紙」ってこんなもの？ 現実に目を向けないで、教科書みたいなきれいごとに囲まれて仕事をしたい人々を守っているのだろうか？ また、このような内容の原稿執筆者が大学教授や有名構造設計者だったらどんな対応だったのだろうか？

1. はじめに

「検査手法の技術・技能伝承」というタイトルでの依頼であるが、前半は鉄骨の教科書にはあまり書いていない事柄のうち、目視検査に揃えておきたい各種小道具（測定器、補助器具）と、注意してよく見ておきたい部分、実際に遭遇した不具合について少し記述した。

後半では検査会社がおこなう「抜き取り検査」は、正しくおこなわれているのかどうか、また「報告書」は正しく記載されているのかどうか、実例をあげて考えてみた。

2. 小道具

使用しなければ検査の信頼性がまったくなくなるようなもの、あれば便利なもの、他の分野の溶接検



【写真1】

査では当たり前といったものまで各種あるが、私が日常用意しているものを紹介する。

(1)懐中電灯【写真1-①】 暗い場所に限らず検査の必需品である。溶接部のアンダーカットは正面からの光ではあまり視認できないが、懐中電灯によって斜めから照らし、影を作ることによってアンダーカットの存在が始めてわかる。

また、最近ではヘルメットに装着できる軽量のLEDヘッドランプが多く出回っているが、薄暗い工場に

おいて鉄骨下部での検査ではスケールなどが見やすく、また安全上必需品である。

(2) スケール(コンベックスルール、直尺)

超音波探傷の測定に使用する直尺は、コンベックスルールを切断して各種長さを用意しておくとし便利で、手に持つ側にガムテープやビニールテープを巻いておくと、胸ポケットに入れたとき顔や目に直尺の角が当たらず安全である。これらの直尺以外に長さ150mmの市販のステンレス製の直尺を用意しておくとしよい。この直尺は特に、通しダイアフラムと梁フランジの食い違いの測定には必需品である。この部分の食い違いは許容差がないので、梁フランジに直尺を当てて、通しダイアフラムにぶつかることを確認して確実に検査したいところである。特にハンチ形式のブラケットが取り付けられている場合は絶対必要である。

(3) すき間ゲージ【写真1-③】

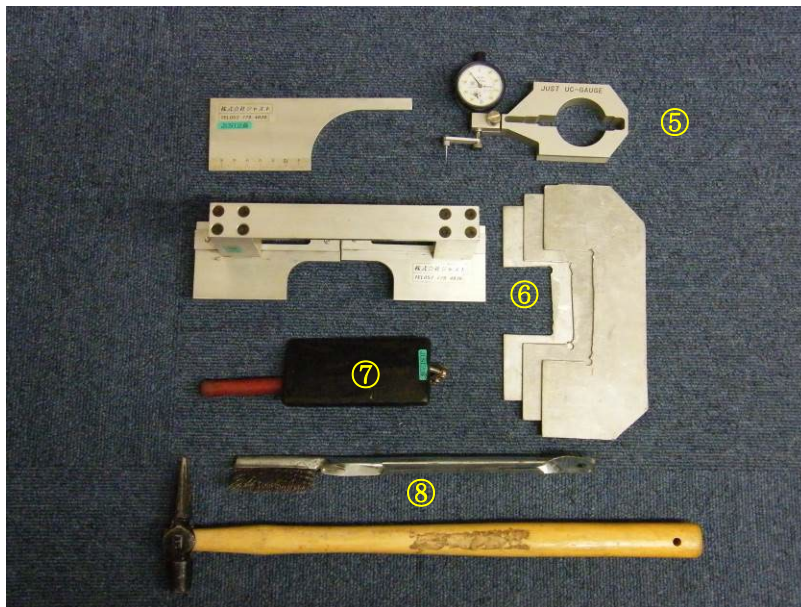
T継手のすき間以外に広すぎるルート間隔の測定には必要である。

(4) 溶接ゲージ、限界ゲージ【写真1-④】

これも必需品である。限界ゲージには35°、7mmなどラベルを貼っておくと写真撮影したときにわかりやすく写真の見栄えもよい。

(5) アンダーカットゲージ【写真2-⑤】

アンダーカットの深さを正確に測定するにはこのようなダイヤルゲージを利用した測定器が必要となる。写真は自社製アンダーカットゲージである。ダイヤルゲージは直径57mmのものが使いやすいが、鉄骨溶接部ではT継手が多く、部材と干渉して使えなくなる場合が多く、直径37mmを使用した。対



比試験片もあるが機械的に作った溝と、実際のアンダーカットを比較して評価するのは熟練を要す。

(6) その他各種ゲージ(食い違い・仕口のずれ、簡易治具)【写真2-⑥】市販のものはほとんど見かけない。アルミ板を加工して種々の大きさの簡易治具を作って、これを使って検査すれば、ずれの見落としはほとんどなくなると思われる。ずれを精度よく測定するには少しお金をかけた治具の製作も必要である。

(7) テストミラー【写真2-⑦】

建築鉄骨の検査ではあまり見かけないが、地面近くの低い場所、狭い場所、検査するための姿勢がづらい場所では必需品である。プラントの配管気密試験で必需品だったが、地面近くにおかれたSRC柱裏面にテストミラーで溶接忘れを発見して以来、鉄骨検査でも使用している。鉄筋継手部の外観目視検査ではこれを使用していないと検査したことにはならないだろう。

(8) ワイヤブラシ、テストハンマー【写真2-⑧】

テストミラー同様、建築鉄骨の検査ではあまり見かけないが、検査の準備・前処理の工程で必要ときがある。フラックスタブの残りが溶接端部に固着している場合、ワイヤブラシでよく落ちる。持論であるが懐中電灯とワイヤブラシと知識があればそれなりの目視検査をおこなうことができる筈である。

3. 組立検査で確認しておきたい項目

(1) 溶接前後のコアの「せい」と取合うブラケットの「せい」

最近では工作図で、ブラケットのせい+上下各3mmがコアの溶接後の「せい」としている。したがって溶接前の組み立て寸法は各鉄工所のノウハウであるが、概ねブラケットのせい+8~+12mm程度となっている。実際、溶接後のコアのせいを測定してみると、+7mm~+10mmのことが多いが、現実にはブラケットの「せい」+6mm（これが工作図の寸法であるが）では食い違いが出てしまう危険性が高い。+6mmあれば様々な誤差を吸収することが可能で、食い違いは起こらないような気がするが（建築学会の鉄骨工事技術指針・工場製作編では、「例えばダイアフラム外面から3mm」との記述があるが）、現実には+6mmで多くの食い違いが発生している。原因は、ブラケット側ではH形鋼の①「せい」が大きい②フランジの直角度が悪い、コア側では①ブラケットの位置が柱芯からずれている設計、②パイプ柱でダイアフラムの出寸法が長い、などいわゆるダイアフラムの曲がりが大きくなる事、その他にはブラケットの取り付け精度が悪いなど種々の要素が複合して食い違いを発生させている。経験上溶接前のコアのせいはブラケットのせい+12mm程度、溶接後には+10mm程度が理想だと考えている。

(2) 広すぎるルート間隔

ときどき組立精度の悪さや図面の指示間違いでルート間隔が極端に広い溶接部がある。JASS6ではサブマージアーク溶接以外では設計値に対して-3mm（限界許容差）であるが、広すぎるルート間隔は入熱管理の面で好ましくない。その部分は最低パス数を指定するなり、シオンクレヨン塗布するなどして入熱過大にならないよう注意して溶接出来るようにしてもらおう。また、上フランジが通しダイアフラムに取り合い、下フランジがスキンプレート（内ダイア入りコア）に取り合う場合、上下のフランジで切断寸法が異なるので、あらかじめそのようなブラケットや梁の切断状況を現物で確認しておくとうい。

4. 不具合の実例

(1) 高力ボルトの孔あけ加工にせん断孔あけ

さすがに主要部材には見ないが、アングルブレースやその取り合いのガセットプレートには見かける事がある。

孔の断面や孔のふちを見れば一目でわかる。

(2) BCP325にYGW11

これはひどい例であるが現実にあった話だ。溶接中のワイヤーの銘柄を見るとか、硬さ測定をするなどしないと判らないが、目視検査のときにスラグがいつも検査している溶接部より剥離しやすい事で露見した。

以前、Hグレード工場で溶接条件の直接測定をおこなうときに、YGW11のワイヤーで溶接を始めそうになり、問いただしたところ慌ててYGW18に取り替えて溶接をスタートしたことがあった。工場検査へ行ったときは実際に使用しているワイヤーを確認することも必要だ。

(3) 摩擦面の黒皮残り、孔バリ・端バリ残り【写真3】

H形鋼フランジの内面によく見かける。H形鋼を連続してショットブラストしているので、他の柱の同部材は必ず同じ場所に同じ程度の黒皮残りが存在する。



【写真3】

(4) 取り扱いの不備【写真4】

極端な例であるが、フランジ角も養生されず、ウェブを大きく曲げてしまっている。作りかえを命じられた。



【写真4】

(5) 摩擦面の油のしみ【写真 5】

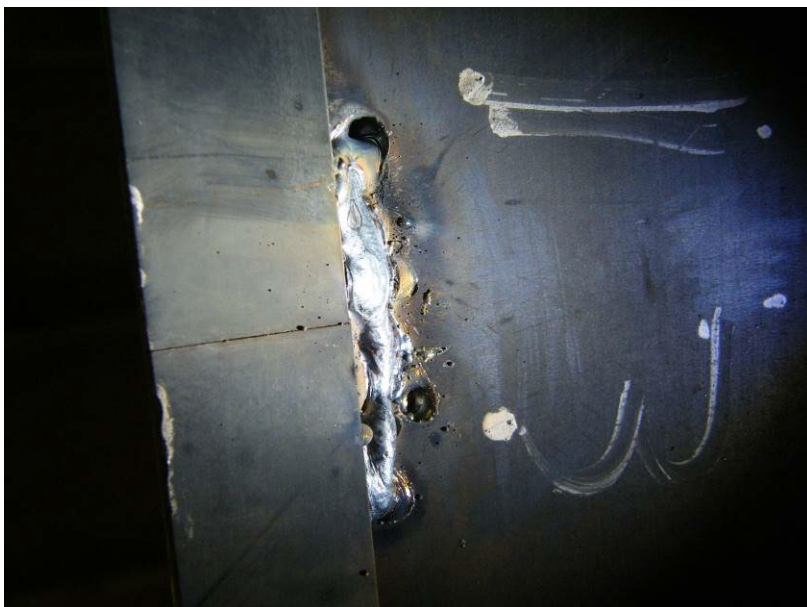
仮ボルトを油に浸漬して錆びないように保管しておいた。摩擦面に油とは？メッキボルトを使う会社も増えてきた。



【写真 5】

(6) 角形鋼管柱裏当て金の組み立て溶接のアンダーカット

【写真 6】角形鋼管柱に裏当て金を取り付ける場合、鋼管を回転させないと 1箇所は必ず上向きになってしまう。そのまま上向きの姿勢で溶接すればほぼ必ずアンダーカットが生じてしまう。



【写真 6】

5. NGを報告書に載せる

ある工事で梁を1台だけ検査することになった。全検査対象箇所8箇所の内2箇所が超音波探傷検査で不合格となった。社内検査の外注検査会社の検査員A氏が探傷した結果、不合格には納得した様子でA氏「NGを書類に載せますか？」私「もちろん載せますよ、仕事ですから」。私が「載せます」といったとたんにA氏は考え込んだ。しばらくしてA氏「ウチは総和でOKにしておこう」つまりこういう事だ

- (1) この欠陥は社内検査でも検出していて、1溶接線に複数個の欠陥があったが「総和」で合格だった。
- (2) 同じ溶接部を受け入れ検査会社のK氏が検査したら個々の欠陥の長さが社内検査より長く、結果として「総和」で不合格だった。

つまり、「社内検査も受入れ検査会社も同じ欠陥を検出していたが、欠陥指示長さが微妙に違い鉄工所の検査では合格、受け入れ検査会社は不合格と判定した」というストーリーだ。

しかし実際は社内検査でこの欠陥を記録していた形跡はなく、明らかに欠陥を見逃していた。又、検査対象箇所が8箇所で全数検査だったので、社内検査のA氏は「全数検査だから書類に不合格を載せるんだ」と納得の様子。抜き取り検査ならそこだけ補修の指示をして、検査報告書には不合格があったことを載せないとも思っているらしい。

JASS6の抜き取り方法や30%抜き取りの場合、不合格部が1箇所検出されても後の抜き取りには関係しないが、1箇所不合格部が出たら第2サンプルとしてさらに追加検査をしなくてはならない抜き取り方法で、不合格が出た場合

【検査会社では】

- ①検査要領書に従い第2サンプルの抜き取り検査をおこなう。
もちろん仕事は後戻りである。
- ②場合によってはロットが不合格となり全数検査をしなければならない可能性もある。
- ③検査員は当然、予定外の残業をすることになる。第2サンプルの検査が終わるまでは補修のために不合格のある柱を移動されたくないし、補修を始めてから受け入れ検査会社が補修後の確認をするまでの時間は不合格欠陥を検出してから数時間先になる。
- ④帰社してから不合格の発生原因について見解を書くなどその日の内にゼネコン担当者へ報告する書類作成に追われてしまう。
- ⑤場合によっては翌日まで検査を持ち越してしまい、すでに決まっている検査会社の検査員全員の翌日の予定までおかしくなってしまう場合がある。

【鉄工所では】

- ①ヤードに並べておいた柱を第2サンプルの検査が終了するまで待って工場に入れ、帰り支度をしていた溶接工に頼んで手直しをしてもらう。
- ②翌朝建て方の柱ならば、その日の内にすべて決着をつけて待たせておいたトラックに積まなければならない。
- ③鉄工所は発注者であるゼネコンに説明を求められ、ゼネコンは設計・監理者に報告しづらい説明をしなければならない。

しかしながら検査会社側には次の(A)、(B)の方法もある。(悪魔のささやきである)

(A) 抜き取り検査なら不合格の溶接部は抜き取らなかったことにして他の場所を抜き取る。

(誰も知らない、早く仕事を終わらせることが出来る)

(B) 全数検査でも抜き取り検査の場合でも、補修をしてもらい確認はするが書類には載せない。

(自己の技量を鉄工所に誇示しつつ、ゼネコンに報告すればあなた方も大変だろうから、そこだけ補修してくれば今回のことは自分の胸にしまっておく、自分はあなた方に慈悲を持って接した・・・)、しかし補修後の確認検査を当日中に終わらせなければならないので少し残業。
前述の社内検査A氏は(B)を考えたのだろう。A氏が他の鉄工所で受け入れ検査をおこなって、万が一不合格が検出された場合、おそらくいつも(A)、(B)をおこなっているであろう。

6. きれいな報告書

製品検査に出席した。会議室でまずは鉄骨製作者側の“自主検査”の報告。「超音波探傷では～許容値内の欠陥率は0.5%、不合格はありませんでした」

その後ヤードで、監理者が「私はこの柱から見ますからKさん、向こうの端からこちら側へ攻めてきてください。ぶつかったら梁の方へ行きましょう」、「了解しました」検査を始める。ブラケットの平板突合せ溶接部の裏当金に補修跡があちこちに見られた。初層の不合格部を裏面から補修しているに違いない。【写真7】 ロボット溶接のBCP角部も妙にグラインダーで研磨され光っている。



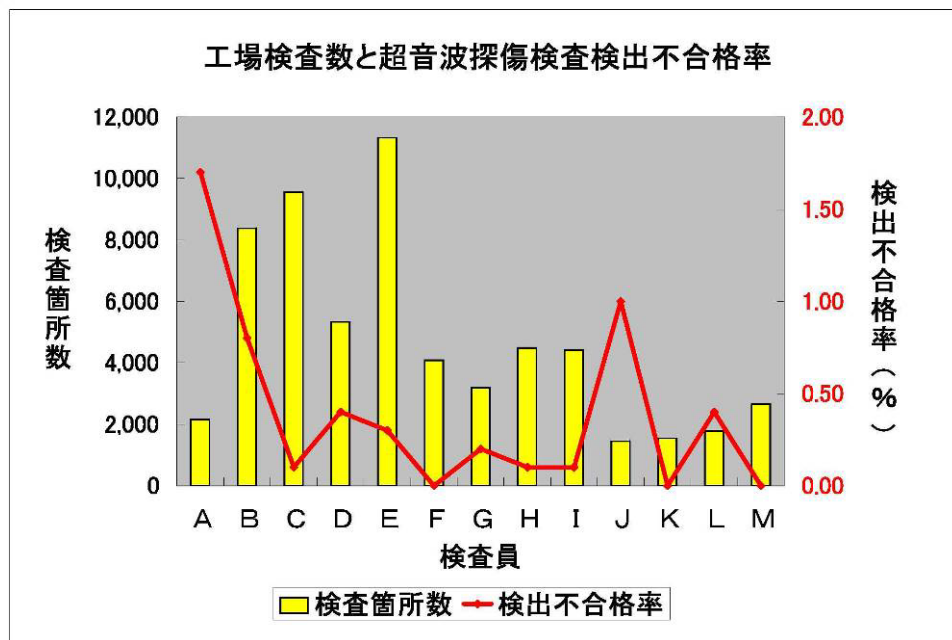
【写真7】

ゼネコンも設計・監理者もこのようなきれいな報告書をずいぶん見慣れていて、「不合格」という文字を報告書で見たことがない人が多いらしい。

まじめな鉄工所が社内の超音波探傷検査の不合格や許容値内の欠陥の報告をそのまま製品検査に提出したら「オタクは非常に品質が悪いね」と言われたそう。特に大型物件を複数の鉄工所で製作している場合は、他社と比較されるので余計に、正直な所は出しにくいに違いないが、正確な品質の実体は鉄骨の製作者、ゼネコン、設計・監理者とも共有しておくべきではないだろうか。

7. 超音波探傷で一体不合格はどれほどあるのだろう

弊社のある地方営業所における超音波探傷検査の不合格検出率を本年4月から8月までの5ヶ月間集計した。



【図1】（5ヶ月間の提出報告書からデータ採取）

A氏の不合格検出率が異常に高いが、不良率8%の不合格ロットに遭遇したためで、1件の工事で35箇所の不良を検出している。J氏はこの工場のロット不合格による全数検査を応援し、当然不合格検出率は高くなっている。B氏もある工場で一度不合格ロットが発生し、その工場ではしばらくコンスタントに不合格が検出され、高い水準である。E氏はB氏の全数検査を手伝って検査数が異常に多い。おそらく工場検査における不合格検出率はこの地方では平均的で0.4%程度であろう。

さて問題は不合格検出率のばらつきである。一つの営業所内でさえこのばらつきである。会社が異なるともっと差が出てくるのではないだろうか。前述のように高い場合は理由がはっきりしているが、低い場合はなかなか理由がつかめない。「不合格部なし」はホントに不合格部が無いのか、不合格部が存在しても技量が低く検出出来ないのか、見つけても黙って直させているのかなど、検査会社の信頼性確保のためにも同じ工場で長く仕事をしないとか、どんなレベルの仕事をしているのか定期的に検証するなど種々の方策が必要だと考える。

8. 超音波探傷で欠陥は何mmから記録する

製品検査での話。受け入れ検査会社の検査報告書に、厚さ2.8mmの平板突合せ継手に長さ7mmの欠陥を記録していた。監理者は社内検査報告書にこの記録が無いことを品管担当者に問い詰めたところ、工場長が「領域Ⅱで7mmは拾いません、これをいちいち拾っていると仕事が進みません・・・」一理ある。工場長の立場なら、不合格を見落とすのは問題であるが、建築学会規準の「欠陥指示長さの最小

値」から記録しては効率が上がらない、と考えるのは当然だ。受入検査会社の側でも同様な事が考えられる。つまり欠陥指示長さ15mm以上くらいから記録しないと、欠陥が多く発生する工場では仕事にならないかもしれない。設計・監理者やゼネコン担当者に指摘されてはじめて「5mmや6mmから拾うと仕事になりません」というより、最初から鉄工所も検査会社も製作要領書、検査要領書で「欠陥指示長さの最小値」を建築学会規準の2倍にすればいいのでは？ 小さな欠陥も入れないような溶接をすることの方が第一であるが、このような検査要領を認めてもらって、正々堂々と仕事をしたらよいのでは？ 受注価格が低空飛行を続けているのだからせめて少しでも負担の少ない仕事をする工夫をすべきだ。

9. おわりに

私が溶接部の非破壊検査の道に入ってからこれ30年以上も経過したが、建築鉄骨の検査で以前と大きく変わったことといえば超音波探傷器がデジタル化されたことぐらいで、依然として仕事の内容はマンパワーの世界である。大相撲ではないが「心・技・体」そろってはじめて一人前の仕事ができる世界である。「技」は資格、知識、経験、技術そしてセンスであろう。「体」はもちろん体力(耐力?)。

「心」とは一言で言えば「精神力」であろう。細かく言えば「平常心」「持続力」「倫理感」「探求心」「問題意識」そして「折れない心」であろう。

一つの溶接試験体を同じ条件で、複数の会社で巡回試験をおこなえばおそらく結果は概ね同じになるだろう。ところが鉄骨溶接部のように多くの溶接部の集団を実作業で抜き取り検査した結果ではどうだろう？ X氏(A社)はロット合格、Y氏(B社)はロット不合格、Z氏(C社)は第2サンプルでロット合格・・・何が違うのだろうか？ 「心・技・体」が揃っていないのではないだろうか？ その違いは検査技術者個人の資質などもあろうが、検査会社の環境や理念、とりわけ経営者の考え方ひとつで左右されているのではないだろうか。

最近、理想的な抜き取り方法は「一律25%抜き取り」だと考えるようになった。営業的には多く検査ができる30%抜き取りが売上に貢献すると思うが、予算の事も考え、尚かつ基本的に鉄骨が四角形でN、E、S、Wの4方向に溶接部がある事を考えると $25\% = 1/4$ 、という理由もある。しかし先に述べたように、検査の終盤になって不合格が検出された場合、2回抜き取りでは「心が折れる」人が多いのでは？ その点一律25%抜き取りは不合格部が1ロットに数箇所検出されただけでは、追加検査など発生しないし、何よりも「受入検査結果」において正しい不合格率が現れてくるのではないかと考える。それによって鉄工所も品質の現状を正しく報告書に記載できるのではないだろうか。