工場製作における生産効率改善

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY IN FACTORY PRODUCTION

平見　勝洋[1]　岡　修[2]　稲葉　章[2]
Katuhiro　Hirami　Osamu　Oka　Inaba　Akira

1. まえがき

近年，公共事業を取り巻く環境の変化を受け，鋼橋においても発注量の減少および発注コストの縮減が確実に進行している．また，従来道路橋では問題視されていなかった疲労亀裂が発見され，疲労の影響を受ける部分の品質向上が求められ工場製作コストの増加要因の一部となってきている．厳しい受注環境下で高品質要求に対応しながら鋼構造物製作メーカーとして今後も存続し，社会に貢献してゆくためには，生産設備・生産管理・生産技術の改善による生産性向上を図ることが重要である．以下に当社の主力工場である和歌山工場における生産性向上に向けた取組みと，その効果について述べる．

2. 生産設備の改善

2.1 パネルラインの移設

和歌山工場開設当初（昭和 60 年）の部材製作は，補剛材・主材を組立溶接した後に本溶接を行う【丸組み工法】としていたが平成 3 年より自社製の《8 電極溶接装置》を導入し，生産効率の良い【パネル工法】を標準工法として採用開始した．しかし，パネルの歪み矯正はガス加熱矯正に依存したままであった．厳しい受注環境下において，生産効率アップの必要性から千葉工場(平成 5 年開設)に配備したパネルライン(**写真-1**)の和歌山工場移設を平成 16 年 10 月に完了し,現在稼動中である．

写真-1　和歌山工場パネルライン

2.2 フレームプレーナー切断への水素ガス導入

従来，鋼材の切断ガスにはシャープガスを採用していたが，切断効率の向上・切断歪みの抑制を図る目的で切断熱の集中性にすぐれ，環境負荷の低減につながる水素ガスへの転換検討を行った．また，水素ガスについては燃料コストを抑える目的で水素ガス発生装置（**写真-2**）にて確保することにし,切断性能試験による検証を行い,平成 16 年 10 月に導入を行った．切断ガスの水素ガスへの転換はフレームプレーナーを対象とし，切断鋼材の材質・板厚・表面処理別の切断条件・切断品質についてデーター収集を行い，水素ガス標準切断条件（**図-1**）により切断品質の管理を行っている．

写真-2　水素ガス発生装置設置状況

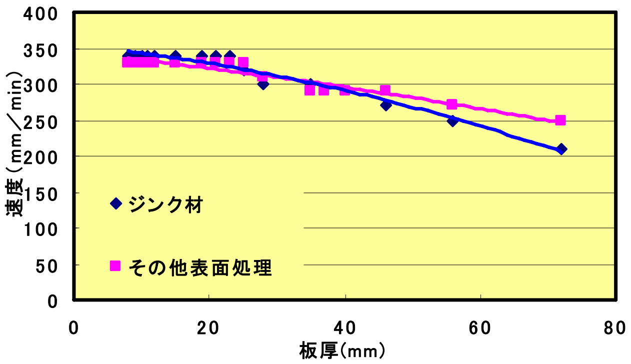


図-1　水素ガス切断標準条件（板厚・切断速度の関係）

1) 生産第一グループ 和歌山工場
2) 生産第一グループ 和歌山工場 技術管理チーム

2.3 海上出荷用 100ton ジブクレーンの設置

昨今の受注環境の変化に伴い生産量確保の観点から，当社の独自性を活かし，一般の大規模鋼構造物の製造を行う必要性に迫られている．その多くは海上輸送でなければ目的地まで運搬が出来ない形状・重量の構造物であり，台船への積込は大型海上クレーンに限定されることになる．これにより輸送コストが製作コストを圧迫する状況となることからコスト削減目的で 100ton ジブクレーン（**写真-3**）を自社専用岸壁沿いに設置した．現在，新規受注の BULK CARRYER（バラ積運搬船：**写真-4**）用ハッチカバーの台船積込に活躍している．

写真-3　100ton ジブクレーンと積込台船

写真-4　バラ積運搬船

3. 生産管理の改善

3.1 節約型 CO_2 ガス流量計の導入

CO_2 半自動溶接に使用する CO_2 ガスの和歌山工場年間使用量は**図-2** に示すように平成 16 年度実績で 180ton となっており,使用溶接材料との対比は概ね 2.6:1 である．標準的な CO_2 使用量（25ℓ/min）と溶接速度の関係から得られる同比は概ね 1.5 : 1 とされており，CO_2 ガス使用量の実態調査を行って以下の状況を確認し，流量管理対策として流量計の交換を行うことにした．

3.2 CO_2 ガス使用量実態調査結果

現状流量計（**写真-5**）の取付状態や溶接技能者別の実使用流量が異なることと，流量計の最大指示流量が標準流量（25ℓ/min）までとなっており流量管理上，実態に合っていないことが判明した．

交換流量計の選定に当たり溶接スタート時に放出されるガス流量を制御可能な節約型流量計（**写真-6**）を採用し,流量計測装置による確認試験により効果を確認した．交換対象箇所 60 箇所のうち 30 箇所を平成 17 年度内に交換し，平成 18 年度初旬に残り 30 箇所の交換を行った．

交換後，8 ヶ月間の CO_2 と溶接材料の使用量を**図-3** に示す．対溶材使用比においても，平成 16 年度実績平均（2.6）を下回る改善効果が確認された．

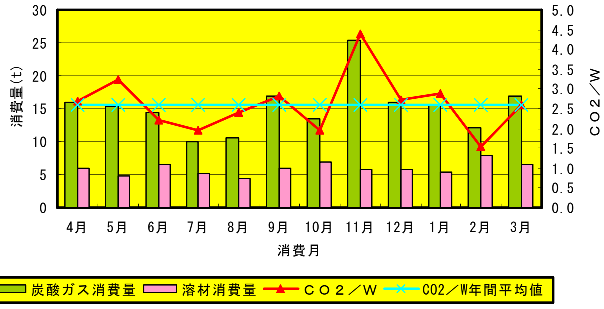


図-2　平成 16 年度炭酸ガス･溶材使用量

写真-5　従来型流量計

写真-6　節約型流量計

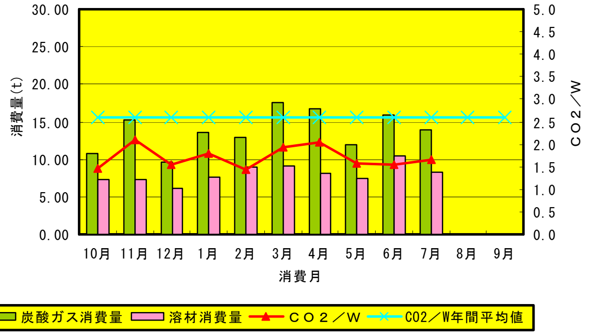
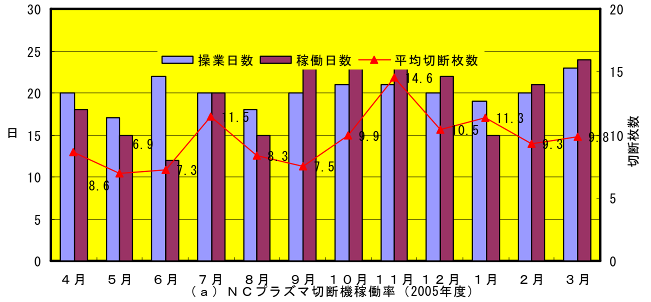


図-3　流量計交換後(H17.10～)の炭酸ガス･溶材使用量

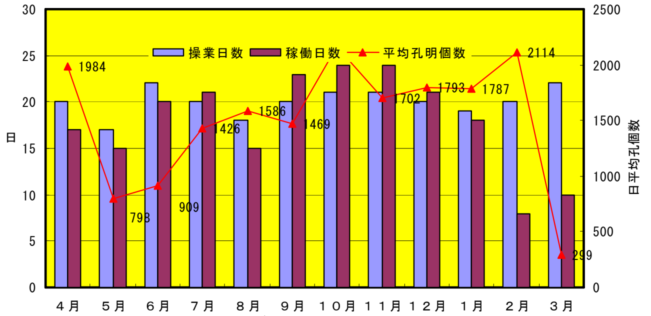
3.2 機器･人員稼働実態調査による改善項目の分析

生産効率の向上には現状の主要機器・人員の稼働状況の実態を把握し問題点を洗出す必要がある．パネルラインの移設による生産ラインのリニューアルにより，従来からの製作順序・製作方法にも変更が生じており，現状把握のための機器･人員稼動実態調査（**図-4, 図-5**）を実施した．

今後の方針として調査結果に基づく生産管理上のリスク項目を洗い出し，リスク回避のための改善内容を検討し，機器の有効活用・人員の適正配置を検討するため設備・製作技術面も含めた改善検討を行うことにする．



（a）NCプラズマ切断機稼働率（2005年度）



（b）NCガントリー孔明機稼働率（2005年度）

図-4　機器稼動分析調査データー

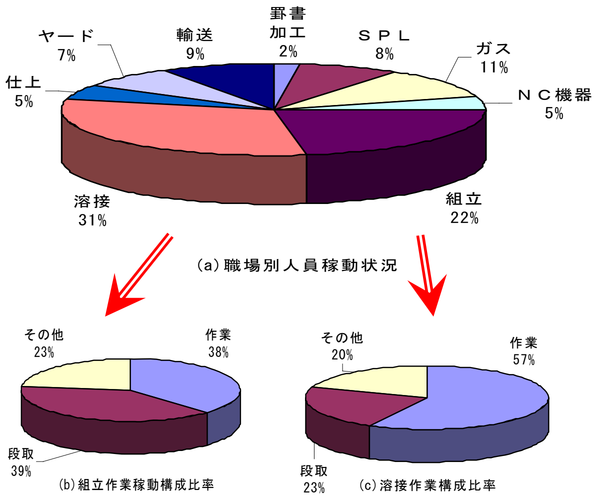


図-5　人員稼動分析調査データー

4. 生産技術の改善

4.1 縦リブ原板の先孔加工・後切断工法の導入

従来，縦リブ製作順序は下図（**図-6**）従来工法フローに示すように鋼板をリブ所定幅に切断後，ポータブル孔明機により孔加工を行う工法で施工していた．しかし，フレームプレーナーの切断ガスを水素ガスに転換したことにより，切断熱による平面歪みが微小な程度に抑制できることとなった．これにより下図（**図-6**）改善工法フローに示すように，鋼板上に NC 機器で孔明けを行い，鋼板を所定幅に切断する先孔・後切断工法を採用し，孔明け作業の効率化が達成することが可能となった．

（施工状況：**写真-7** 参照）

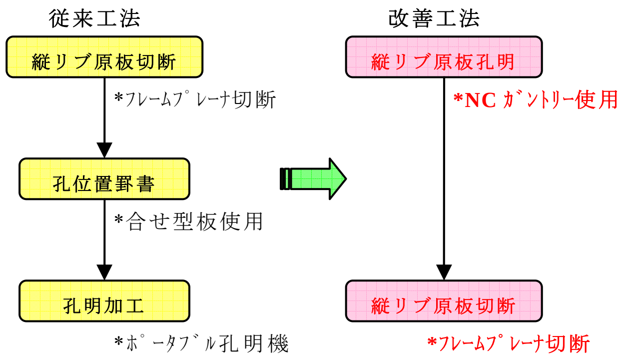


図-6　従来工法･改善工法の加工フロー

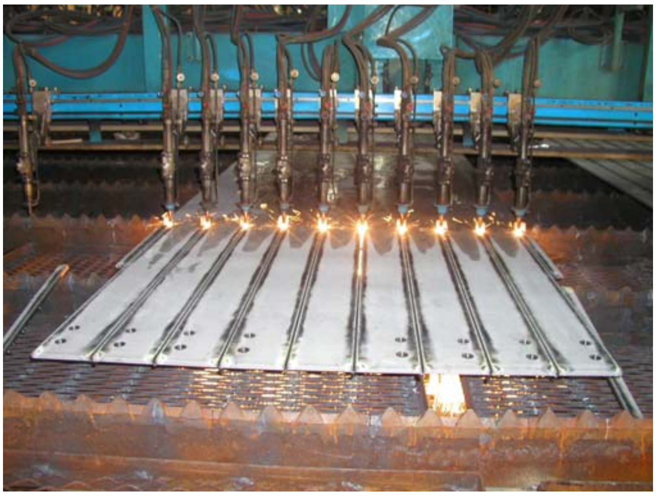


写真-7　縦リブ原板（先孔）の切断状況

4.2 ガセット原板の先孔加工･後切断工法の実験施工

主に I 桁に取付けられるガセットの加工方法については従来,縦リブと同様に切断後の孔明加工となっている．このため孔位置罫書～孔明加工まで，非常に労力を要する作業であるが自動化の可否について検討し，縦リブの改善加工工法に順じ，NC ガントリーで原板に孔明加工後，レーザー切断加工による工法を小規模工事で実験施

工を行い，本格導入に向けた孔明精度の検証・確認を行った．

写真-8～10 に実験施工状況を示す．

写真-8　ガセット原板先孔加工

写真-9　孔明原板レーザー切断加工

写真-10　孔ズレ精度確認状況

本実験施工では，孔ズレ量の最大値が 1.8mm（**表-1**）であったため，ガントリー孔明機およびレーザー切断機双方の誤差を計測調査したところ，レーザー切断機側誤差が 1.0mm（**表-2**）であった．

本工法採用には孔ズレ誤差を最小限にとどめる必要がある．今後，ガントリー・レーザー切断機双方の機器点検と精度調整を実施し，加工機械の誤差を最小値に収め，本工法導入による生産効率アップを図るため再試験による孔位置精度の検証を実施する予定である．

表-1　ガセット先孔実験結果

ロール No		切断順序 No	ガセット マーク	孔のずれ 最大値(mm)
ロールNo7	——	N1	稼働原点	——
	①	N2	002	1.2
	②	N4	001	1.0
	③	N33	010	1.4
	④	N34	E0028	1.3
ロールNo8	——	N1	稼働原点	——
	①	N2	E0015	1.0
	②	N5	011	0.5
	③	N56	008	1.4
	④	N60	M0048	1.8

表-2　加工機機械誤差計測結果

	ガントリー孔明機		レーザー切断機		相対誤差
	測定値	誤差	測定値	誤差	
横行	3000.44	+0.44	3001	+1.0	0.56
走行	14999.45	-0.55	14999.5	-0.5	0.05

5. あとがき

本稿では，現在の生産性向上の取り組みの一部について紹介した．実施工における成果として現時点で取り組み前との直接時間を対比評価すると，3％程度生産効率がアップした結果となっている．引き続き，さらなる生産効率アップを図るために，継続して生産性向上活動を展開中である．現在計画中（一部試行中）の活動内容について以下に紹介する．

1)　原寸処理システムの変更
（HABRIS⇒MIPSON）
2)　仮組立シミュレーションシステムの変更
（CATS⇒MASCOT）
3)　仮組立シミュレーション計測システムの変更
（ターゲット計測⇒デジタル写真計測(PIXXIS)）

上記 3 項目についてはシステム関係を中心とした改善活動であるが，各製造工程における生産設備・生産管理・製作技術の面で工場製作にとってのリスクを洗い出し，地道ではあるが生産性向上に向けた改善を継続してゆく次第である．