

最近におけるガス圧接法の應用

鉄道技術研究所* 技師 大 井 一 郎

まえがき

ガス圧接法に関してはすでに筆者等およびその他の人々により、我國においてもしばしば紹介されているので、^{(1)~(11)} その接手強度が大であること、熔接作業が大凡機械的であること、装置が簡単であること、原理上非熔融熔接で接合箇所を熔融せしめない、即ち比較的低温で接合出来ること、および接合時間が短いこと等、本法の有する種々の利点についてはすでに御承知のことと思う。従つてこゝでは、中でも今迄に最もしばしば報告されている軟鋼棒に関する詳細は一際省略するつもりであるが、たゞ話しの順序として、念の爲、その接合方法だけ述べると、先づ接合せんとするもの二端面を成可く軸に直角の面で切断し、この面の油、銹等を充分除いた後、この両面を互に押付け、その状態で接ぎ目を酸素—アセチレン桶により加熱するのである。かくすれば接合箇所は次第に upset を起すわけであるが、所定量の圧縮を完了したところで接合を終るのである。これで鋼棒りの如く接合操作が極めて簡単なため、一般の熔融熔接より作業者の熟練度をあまり必要としないことも大きな利点の一つである。

この様に本法の接合対象物としては、従来のフラッシュユバット溶接により接合していた様なものが最も適當なものであつて、この点以下に述べる如く丸棒、管、レール等への應用が先づ考えられて来たわけである。

そこで今回は主として、今日迄に我國で本法がどの程度迄現場作業に普及しているかについて述べてみたいと思う。

I 鐵筋の接合

鐵筋の組立てには周知の如く今日でも重ね接ぎを用いるのが普通である。しかしこれは「重ね」に相當の資材が使われ高だしく不経済な上に、重ね部附近のコンクリートの廻りも思わしくなり勝ちである。従つてこの重ね接ぎを熔接に置き換えんとする研究は今日迄も種々なされ、この内フラッシュユバット法は或る程度實用に供された様である。しかしこれは比較的大規模な装置を要するので、その使用にも自づから限度があり、あまり普及

するには至らなかつた。ところがガス圧接法によると圧接機が極めて小型（約8 kg程度）なため、どの様な場所でも、即ち組立て現場で鉄筋の延長が可能なのである。

問題は接合強度であるが、この点は筆者等により実験室的の研究が發表され、その後建設者建築研究所竹山謙三郎氏により、建築の立場から、現場への應用に際し種々起り得る問題につき更に検討が加えられた。その一部は「建築技術第4巻・35号（1954）」に報告されているのでこゝでは省略するが、要するに接手強度、作業能率、経済比較等各種の事項を綜合して充分實用可能であることが明らかとなつた。又現在では同博士のもとで「鉄筋のガス圧接仕様書案」も作成を完了しており、今日ではすでに本法の特長を生かした構造法も色々考えられつゝある現状である。

またこれが施工に當つては専門調査会社として、日本ガス圧接KKが約1年位以前から発足しているなど、すでに鉄筋のガス圧接々々は完全な實用の段階に達している。

こゝで今迄の実績を述べると上記の会社で施工された工事件数は約40件、鉄筋径9~32mmにおよび、その中には愛媛縣松山市体育館（秋の国体競技場）、東京都明治神宮体育館（過日の世界レスリング選手権大会々場）東京八重洲口鉄道會館および山陽電鉄姫路駅高架線の工事含まれている。また本法による場合は径の異なるものを接合することも可能で、上記の松山体育館はこの点も実施されている。

II 鐵管の接合

鐵管の接合は主として国鉄における信号保安用鐵管の接合用として研究されて来た。これは従来の芯金—リベット接合方式をガス圧接に換えれば、①接合費が安く、②パイプ全体の重量が軽く、従つて「アコ」の操作が幾分軽くなる、③carrierと接ぎ目との關係が楽になり、この面からも資材の節約が出来る、④接合時間が短かい、⑤接合強度が大であり而も信頼度も大きい、等種々の利点が認められたからである。

* 鉄道技術研究所 東京都港区海岸通1の1

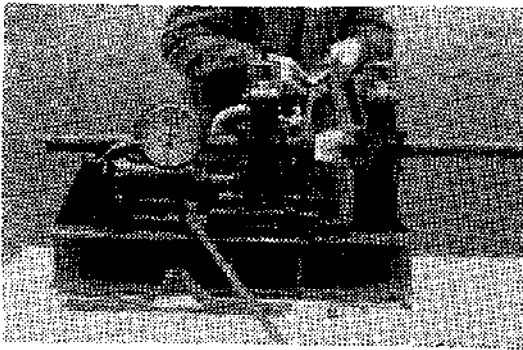
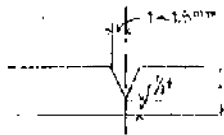


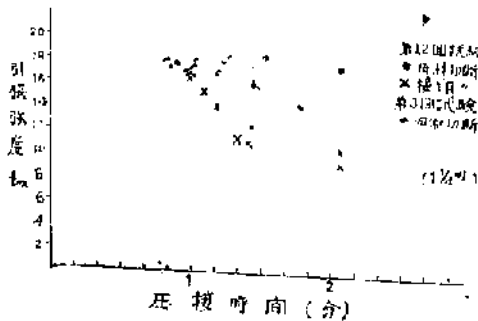
写真1. 鉄管の圧接 (Ring Burner使用)

以上の様なわけで接合は主として1吋および1½吋ガス管について行われた。

接合方法は写真1に示す如きもので、Ring Burnerを使用している。この Burner については筆者によりすでに詳細報告されているので(4)、ここでは接合強度のみに少しく触れることとしよう。なお接合に際し端面は第1図の如く開先をとり圧接圧力は1吋管には600kg、



第1図 接合鉄管の開先



第2図 圧接鉄管の引張強度試験結果

1½吋鉄管には800kgを圧接中管に加えている。これらの引張試験結果を1½吋鉄管に例をとり示すと、第2図の如くでこれによると接合所要時間の長いものは成績がよくない。この引張は結局加熱能力として1½吋鉄管の場合は1分以内で接合が完了する程度の強い火力を使用することが、接合個所の温度上昇或はこの部分の火焔の被覆に絶対必要であることを示している。

因みに従来の信号鉄管は、管内側に芯金を入れリベット4本で管と芯金間を止め、且つ接合個所にはネジを切

りソケットで止めてあるもので、引張試験の結果リベット4本が一樣にこの引張力を受けているものは少く、1本づゝどれかのリベットが切斷されて行くため案内強度が、1吋鉄管で10ton、1½吋鉄管で14~15ton程度である。

以上の実験結果により1吋および1½吋鉄管については一応実験を完了し、27年11月1吋保安鉄管が国鉄尾久操車場内に、また本年2月1½吋鉄管が国鉄池袋駅構内に敷設され、今日運びづれも何らの支障なく使用されている。

又これについても国鉄本庁においてすでに工事標準化方針が作成を完了し、今後の広範囲の実用を期している現状である。

なおこれとは別に、pipingとして使用する場合のことを考え、接ぎ目の漏洩試験を行った。本法は始めにも述べた如く、未だ熔融しない状態で押し付けて接合するものであるから、接合部からの漏洩は原理上からも当然発生しない筈である。しかし兎も角実験してみたところでは、1吋 pipe につき80kg/cm²迄の水圧試験では何らの漏洩、変形等も認められなかつた。(これ以上の圧力は試験機の関係で行わなかつた。)接合したまゝの内側の状態は接ぎ目の膨み殊に内側への出張りは少く且つなめらかであつて、この程度なら管の中に流体を通して先づ大した抵抗とはならないと思われる。

一方本法は接合温度が低いから合金鋼の接合も他の一般の溶接法よりは容易な筈で、しかもすでに【I】で述べた簡単な鉄筋圧接機が1½吋管程度ならそのまま使用出来ること等を考え合わせると、普通のガス管の配管は勿論、将来化学工場等においても鉄筋の様に現場で配管工事を行うことが考えられる。

II 各種金属の接合

こゝで軟鋼以外の材質のものは一体どの程度の接合が出来るかにつき少しく実験してみた結果を述べよう。

a) 礫岩機用ドリル

鉱山や土木工事に大量使用される礫岩機用中空鑽の短かくなつたものゝ接合を27年試験的に五十里発電所建設工事現場で150本程度実施した。これは22mm径のものであつたが、その結果は極めて良好であつた。接合には鉄筋用の圧接機と2本の普通のガス溶接用吹管を用いた。

その後32mmφのものについても研究が行われ、現在研究室的には一応実験を終つている程度である。

なお、本法では接合に際し圧接部の孔径を1~2mm程度あらかじめ拡げておけば、接合後膨みを抑いて表面をそろへても仕上りの孔径は細くならない。

生産と技術

b) 軟鋼と高炭素鋼

SS41と0.8% C、25mmφ高炭素鋼を接合し、これからJIS4号試験片を削り出し引張試験を行ったところ、試験片全部(5本)軟鋼母材部で切断し、接合は極めて良好であった。また、接ぎ目を検鏡した結果、高炭素側から軟鋼側への拡散も完全で極めて理想的な接合を示していた。

c) 軟鋼と不銹鋼

SS41と18-8不銹鋼25mmφの接合も良好で、引張試験の結果は必ず母材内で切断し、抗張力は48kg/mm²。

d) 鋳鉄

試験的に鑄鉄(パーライト)の接合を行った。その結果引張強度16.7kg/mm²で接ぎ目以外で切断(母材20.75kg/mm²)。又接合部附近の硬度分布も母材と同様で、一般の熔融接合における所謂二音の硬化部分は全然認められない。

e) パネ鋼

鉄道技術研究所の軌条磨耗試験機に取付ける巻巻パネの製作にSUP-6, 32mmφ定尺2本の接合を行った。

その他真鍮も接合し検鏡してみたが、接ぎ目の跡は全然認められなかった。

以上、筆者は軟鋼以外の金属についても少くも実験を試み一応は良好な成果を得ているが、しかしこれらについては現在のところその接合可能性を検討してみた程度で、今直ぐこれらを実地に応用するには未だ少くも実験が不足と思われる。しかし本法が非熔融接合法であることの利点は、これら合金鋼および高炭素鋼等の接合においてこそ真にその特長を発するものと思われるのであつて、将来、この方面への発展も大いに期待出来る確信は得ている次第である。

■ レールの接合

最後に本法によるレールの接合につき述べる。筆者は昭和26年頃よりレール圧接機の試作に着手したが、昨年(28年)我国で始めて写真7の如きレール圧接機が国鉄本庁保線課の御協力により試作され、昨年中これにより国鉄換用の50kg/m P.S. レールにつき実験を行った。その結果筆者等が本年4月大阪における春季熔接学会において大要を発表し、又鉄道業務研究資料第11巻10号にはその詳細を記載しておいた。従つてこゝでは極く簡にその大要を紹介する程度に止めたい。

a) 構造

本機は接合せんとする2本のレール端面を突合せ、レール軸方向に加圧する圧縮装置各々のレールを強力に把握するレール把握装置および酸素アセチレン焰による加



写真2. レール用ガス圧接機

熱装置、並びに接合に必要な補助装置より成立つており、本機は接合に際し所謂「通り」を合わせるため圧接用の高圧(15ton)をかける前に低圧(約4ton)でレール端面を押し付け、この状態で調節した後、そのまま高圧に切り換える様に作られている。なおこの高圧はギヤーポンプで発生した低圧を増圧シリンダーで増圧したものである。

加熱装置全体は持動装置と直結し、圧接作業中火筒が接ぎ目を中心に左右静かに揺動する。火口は4Block多孔水冷式で、その各々は1組づゝの酸素アセチレンボンベに夫々調整弁を通して接続している。

以上が本機の大体の構造であるが、要目を示すと次の如くである。

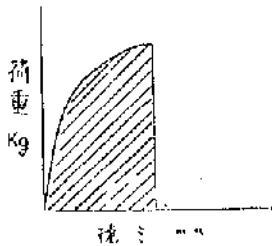
要 目

大 き さ	1,750×1,400×1,450mm (長×幅×高)
重 量	約3.5ton
圧接レール	30, 37, 50kg/m用(日下は50kg/m用として使用)。
圧接加圧力	20 _{max} (以下任意に調節可能)
レール把握力	40ton(常に加圧力の2倍となる様に設計)
加熱火口	4Block多孔水冷式
“ 能 力	約12,000 l/h(酸素で)
吹管往復振動数	10回/分
“ “ 振 幅	max80mm(以下任意)
電 源	油圧ポンプ用 3φHP100V _~ 吹管振動用 64W100V _~

b) 圧接レールの接合強度

接合強度の判定は従来一般には1m span頭部中央垂直荷重曲げ試験を行いその破断荷重に主きをおき、橋み、残面等を観察して判定するのが常法或はガス熔接レール

の試験法である。従つて今更もこれによつたが、筆者は更に曲げ破断エネルギー（第3図斜線部分）による方がより合理的と考えこれも測定してみた。



第3図 曲げ破断エネルギー（斜線部分）

一応各種の調整を終つた状態で11本の信頼性試験を行った結果を第1表に示してある。

本表によつても圧接レールが極めて高い強度を有することが判る。

c) 他のレール熔接法との比較

各種のレール熔接法による接手強度を第2表に示してある。

本表中のフラッシュバットは国鉄千葉材修場より提供を受けたもので、同工場で接合条件を検討するため2-3年以前に行われたものである。従つて特に不良なデータは除いてあるが、それにしても本データは勿論フラッシュバットの真の接手強度を示すものとは云い難い。たゞ圧接法も未だ実験的段階のものであること、差し当りフラッシュバットに関するこれ以外のデータも見当らないので、止むを得ず概く大まかな意味での比較のために並べたのであつて、この点誤解のない様御ことわりしておく、次に電弧溶接およびガス溶接の「検定」とは、従来国鉄状態接工には鉄道技研でその技術検定を行つているが、その中の合格者のみのデータを採用したもの、また電弧溶接の「全平均」とは実験的研究

第1表 ガス圧接レールの接手信頼性試験結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
頭部磨耗量 mm	4.5	3.2	3.0	4.0	4.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	5.0	
圧縮量	25	20	18	23	25	19	31	24	25	26	16	
接合所要時間	5'26"	5'43"	5'48"	4'57"	6'14"	6'00"	5'45"	5'40"	5'45"	5'30"	5'40"	
試験要領	頭押	同左	同左	裏押	頭押	同左	同左	同左	裏押	頭押	同左	
破断エネルギーkg-m	4600	4900	3590	—	1060	4600	2755	3277	—	5147	2307	
破断荷重 kg	90,500	93,100	94,000	65,450	73,150	90,500	82,000	84,850	84,000	90,850	79,100	
熱み mm	73.2	71.1	57.0	19.1	25.0	73.2	45.5	53.9	78.1	78.4	45.5	
破断状況	良	良	良	頭部の表面 面底より 砕付切断	底部の一 方の端が 熱不足	良	良	良	良	良	良	底部の一方 の端が熱 不足

第2表 各種軌条溶接法の接手強度の比較

		ガス圧接	フラッシュバット 溶接	電弧溶接		ガス溶接 検定*
				全平均	検定*	
破断エネルギー (kgm)	平均	3616.0	3324.4	1433.3	984.1	320.0
	最高	5147.0	5460.0	3115.0	3115.0	580.0
	最低	1367.0	1640.0	295.0	295.0	102.5
破断荷重 (kg)	平均	86,450	89,000	68,998	66,413	55,450
	最高	94,000	97,000	82,000	82,000	64,500
	最低	79,000	76,000	54,000	54,000	49,000
最大熱み mm	平均	52.8	46.5	28.2	19.7	7.7
	最高	69.1	73.0	48.0	48.0	10.5
	最低	24.0	29.0	8.5	8.5	4.0

* 検定合格者のみ

結果と上記の検定データの両者の平均である。これによると、ガス圧接とフラッシュバット溶接は極めて高い強度を有し、ガス溶接が最も成績が悪い。殊に手溶接するものは、検定用の溶接レールと、実際の請負工事による敷設溶接レールとの間に幾分強度上の差のあることは想像に難くないところである。

しかしフラッシュバットは大電力を要するので現場での接合は目下のところ考えられないが、ガス圧接の場合は移動も比較的簡単である。従つて将来の国鉄におけるレールの長大化には極めて有望な接合法と考えられる。

この他に接合部の金属組織的検討、標準試験片による接ぎ目の引張および衝撃試験等も実施を終り、これらについては上記の業務研究資料に記載してある。又目下は主として疲労関係を検討中で、シンク式曲げ、松村式鋼棒および鉄研の実物に対する転動荷重疲労試験等を実施中で、近くその成果も発表出来ると思う。また本線の実用促進での転動荷重試験では、2,000,000回迄何らの亀裂も発生しなかつたので、東海道線下り本線（芦川区間）および京浜東北線（電車区間）に本年3月敷設してこの方面からも実用性を検討中であるが、目下のところ何ら異音は認められていない。従つて先づ今日迄のところ一応の成功を以てしたので、国鉄においては今年度からレール接合法としてのガス圧接法を正式に採用することに決定した。

むすび

以上ガス圧接法の応用の概要をその経過順に略述したが、本法はまだ実用され始めて日尚ほ浅く、殊にレールの圧接機およびこれが附属装置には多分に改良の余地が残されている。特にガス器具に問題が多い、即ち従来のガス溶接機においては方法をそのものが人的要素の多分に入るものであるからガス器具も従来程度の精度で実用上充分であつたかも知れない。しかしガス関係の応用が近來増々広範囲となりつゝあり、又その当然の結果として使用方法も一貫と厳格なものとなりつゝある。焼入或は熱取り用吹管等である。ガス圧接用吹管もこの例外ではなく殊に軟鋼以外の材質のもの或はレールの如く外形、

肉厚共変化の複雑なものを接合する場合は結局ガス炬の加熱精度がそのまま接合強度の信頼性に直結すると云つても過言でないので、この点現在程度の器具ではなお不充分と云わざるを得ない。圧接機をして本法を応用した信頼度の高い生産機械たらしむるために、筆者は最近つくづくガス関係装置の今一層の進歩改善を期待して止まない。

最後にガス圧接法が今日進歩発展を遂げたのは其に、建設省建築研究所、国鉄本庁、鉄道技術研究所、国鉄各関係現場、日本ガス圧接KK、田中製作所その他に多くの人々の御援助御理解によつたものでこの機会に厚く感謝の意を表したい。

（参 考 文 献）

- (1) 大井一郎、山岸忠吉、今井定雄 ガス圧接法に係する研究（第1報）ガス圧接法による鉄筋（軟鋼棒）の接合 鉄道業務研究資料第9巻5号 p4~18 1952 mar.
- (2) 大井一郎、今井定雄 ガス圧接法に関する研究（第2報）軟鋼棒および管の接合 鉄道業務研究資料第10巻4号 p10~15 1953 Feb. 25
- (3) 大井一郎 ガス圧接法に関する研究（第1報）溶接学会誌 Vol.21, No.3 (1952 mar)
- (4) 大井一郎 ガス圧接法に関する研究（第2報）溶接学会誌 Vol.22, No. 1
- (5) 大井一郎、稻積豊二 ガス圧接法 建築雑誌 Vol.68, No. 800 p60~64 1953 July.
- (6) 大井一郎 鉄筋のガス圧接機立法について 建築技術第16号 1952 9月
- (7) 稻積豊二 鉄筋のガス圧接法 土木技筋
- (8) 竹山謙三郎 鉄筋のガス圧接耐力に及ぼす施工の影響について
- (9) 木山和夫 日本建築学会 1954年春季大会論文梗概集
- (10) 竹山謙三郎 鉄筋のガス圧接と施工の影響 建築技術 Vol.4, No. 35 1954
- (11) 栗山良員 金属圧接法の研究（第2報）昭和29年春季溶接学会講演会