

鋼構造物の製作の環境負荷

～CO₂溶接の影響とシールドガスの拡散について～

Environment Load by CO₂ Gas Shielded Arc Welding

越後 滋
Shigeru ECHIGO

川田工業株式会社 技術研究所長

吉家 賢吾
Kengo YOSHIE

川田工業株式会社 技術研究所
構造物試験室係長

津山 忠久
Tadahisa TSUYAMA

川田工業株式会社 技術研究所
生産技術研究室

田尾 めぐみ
Megumi TAO

川田工業株式会社 技術研究所
生産技術研究室

鋼構造物の製作に溶接は不可欠ですが、最近ではおもにCO₂溶接が用いられています。これは、電気アークで溶けた金属が大気中の窒素や酸素にふれないように、不活性で安価なCO₂ガスを吹き付けてシールドするものです。CO₂問題が社会を騒がせている昨今、CO₂溶接が環境に与える影響を調査してみました。

鋼橋製作によるCO₂排出量

鋼橋製作が環境におよぼす影響については、いくつかの研究報告がありますが、中でも参考文献¹⁾²⁾では、製作、架設そしてライフサイクルにいたるまで、3種類の代表的な鋼橋形式をモデルに取り上げて、詳細な項目にわたって調査した結果をまとめています。ここではその結果をさらに細かく分析して、工場における鋼橋製

作活動のみに起因する環境負荷（CO₂排出量）を調べてみました。

その結果を表1に示しますが、比率的に圧倒的に多いのが鋼材切断のためのガスで、次いで穿孔や溶接のための電力であり、心配された溶接に使われるシールドガスとしてのCO₂の比率は非常に小さいことがわかりました。

CO₂ガスの拡散

もし、CO₂溶接の環境負荷度が大きければ、排出したCO₂ガスは回収し再利用するなどの対策を検討する必要があると思われます。JIS規格では溶接作業環境におけるガス濃度の測定方法³⁾が規定されていますが、CO₂溶接時にノズルから吹き出たCO₂ガスがどのように拡散・逸散しているかはあまり知られていないようです。

表1 鋼橋製作によるCO₂排出量 (kgC)

	モデルA		モデルB		モデルC		
形式	5径間連続鋼合理化桁橋		5径間連続鋼少主板桁橋		3径間連続鋼床版桁橋		
橋長	210.0 m		270.0 m		211.0 m		
最大スパン	42.0 m		56.0 m		76.5 m		
橋面積	2 142 m ²		2 768 m ²		2 161 m ²		
鋼重	480 ton		620 ton		892 ton		
鋼橋製作 環境負荷要因	総排出量 (KgC)	製作活動による 排出量 (KgC)	総排出量 (KgC)	製作活動による 排出量 (KgC)	総排出量 (KgC)	製作活動による 排出量 (KgC)	
鋼材	197 280		254 820		366 612		
材料輸送	12 232		15 800		22 936		
塗装	6 651		5 659		16 926		
切断	4 266	4 266 (60)	5 351	5 351 (76)	11 422	11 422 (62)	
溶接	1 722	溶材	1 941	電力	5 181	1 849 (10)	
		CO ₂ ガス		272 (4)		307 (4)	819 (4)
穿孔	1 788	1 788 (25)	507	507 (7)	4 141	4 141 (22)	
横持	127	127 (2)	171	171 (2)	238	238 (1)	
仮組	20	20 (0)	6	6 (0)	46	46 (0)	
合計	224 086	7 087 (100)	284 255	7 035 (100)	427 502	18 515 (100)	
重量あたり	467 KgC/ton		458 KgC/ton		479 KgC/ton		

総排出量：鋼橋製作に関わる環境負荷をCO₂換算した値
製作活動による排出量：総排出量の内、工場製作活動に起因するもの。() は%比率

そこで、大まかな状況を簡便に探るために非分散型赤外線方式のCO₂濃度計（理研計器RI-85）を用いて、溶接作業前方（下向姿勢のノズル吹き出し方向）の空間上に仮想に設定した1 mピッチのメッシュ点における濃度を1点ずつ計測することしました。またそのメッシュ面を30°、60°回転させた点でも計測してみました（図1、表2参照）。

まず最初に計測場所の現状を知るために溶接しない状態で計測し、次にアークを飛ばさずCO₂ガスを吐出した状態（流量30リットル/min）で計測し、その後実際にアークを飛ばした状態で計測しました。計測結果の一部を表2に示します。

これを見ると、試験開始前は一般の室内とほぼ同程度の濃度であったものが、CO₂ガスを吐出すると前方および上方ともに1 m程度まではかなり高濃度となりましたが、それ以上離れると試験前とあまり変わらなく急速に拡散していることがわかります。つぎにアークを点火したときには大幅に値が減少していることがわかります。これは、CO₂が高熱によって解離しCOとなっているためと思われます。COはもちろん有害ですが、その濃度については日本溶接協会の報告⁴⁾に見ることができます。

まとめ

以上の結果から、鋼橋製作作業において環境負荷への影響度が相対的に大きいのは鋼材切断用のガスと各種作業に使用される電力であり、CO₂溶接に使用されるシールドガスとしてのCO₂ガスそのものの比率は非常に小さいことがわかりました。しかも、実際の溶接作業においては解離してしまい、CO₂ガスとして大気中に逸散する量は少ないことも確認されました。

今後、鋼構造物製作作業による環境負荷への影響度をより小さくするためには、より大きな全体的な視点から省資源、省エネルギー等についての検討することが必要と思われます。

鋼橋技術研究会環境問題研究部会元部会長の東海大学中村俊一先生には、データの利用をご承諾いただきました。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 鋼橋技術研究会：CO₂発生量に着目した鋼橋の環境負荷，環境問題研究部会，2002.1.
- 2) 米沢，三輪，中原，中村：CO₂発生量に着目した鋼橋の環境負荷，構造工学論文集，土木学会，vol.47A,pp.1075-1082, 2001.3.
- 3) 日本工業標準調査会：溶接作業環境におけるガス濃度測定方法，日本工業規格（JIS-Z3952），2005.
- 4) (社)日本溶接協会：http://www-it.jwes.or.jp/qa/, 接合・溶接技術Q&A1000, CO₂アーク溶接の際に安全衛生上どんな点に注意したらよいか

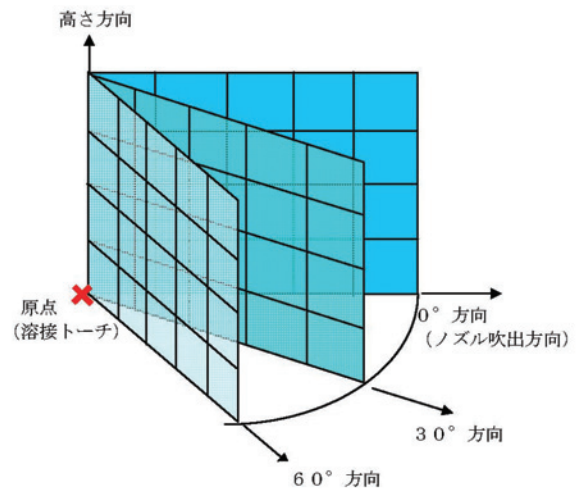


図1 空間中に仮想に設定したCO₂濃度計測メッシュ



CO₂濃度計測作業

表2 CO₂ガス濃度計測結果の例

a. 試験開始前<方向：0°>

高さ	(単位:ppm)					
4m	460	400	400	400	410	400
3m	460	400	410	410	410	400
2m	460	400	400	410	410	410
1m	460	400	410	410	410	460
0m	460	530	500	410	410	460
	0m	1m	2m	3m	4m	5m

b. CO₂ガス吐出時 (30リッター/min) <方向：0°>

高さ	(単位:ppm)					
4m						500
3m	430	440	420	420	470	520
2m	440	470	450	420	570	700
1m	570	~1100	430	420	500	480
0m	over	~6000	430	430	420	480
	0m	1m	2m	3m	4m	5m

c. アーク発生+CO₂ガス吐出 (30リッター/min) <方向：0°>

高さ	(単位:ppm)					
4m						
3m	500	570	470	470	460	430
2m	708	510	470	460	460	500
1m	530	510	710	620	460	460
0m	1500	530	650	480	460	450
	0m	1m	2m	3m	4m	5m