

住友金属工業(株) 建設プロジェクト部 正員 塚本 雅敏
 " " " 田中藤八郎
 " " " 小倉 豊

海洋開発の歴史は未だ浅く、使用される構造物も多岐にわたる。その構成材料は、使用環境、考慮すべき外力等により、高張力、良好な溶接性、高い靱性を持つ材料が必要とされる。

海洋構造物においてよく利用されている鋼管構造の格点に関して、特に甲板昇降式石油掘削装置の脚部トラスについて、現状、問題点を考察した。問題点解決の一方法として鑄鋼製格点の開発を考えている。

I 鋼管構造の特性

鋼管はそれ自身次の様な材料力学上の利点を有している。① 断面は方向性がなく、均一な曲げ剛性を持つ。② 閉断面のためねじり剛性が大きく、座屈に対しても、開断面の型钢等¹⁾に比べ有利である。③ 流体中での抵抗が小さい。④ 防錆上でも最小表面積となり有利である。⑤ 管壁がシェル構造となり直接接合方式が可能となる。

鋼管構造は以上の様な鋼管のもつ優れた力学特性の故に、鋼管加工技術の進歩と相俟って多くの構造物に利用されている。その継手は、従来鋼管トラス構造においては、弦材と腹材とを直接溶接する接合が多く用いられている。格点の耐力及び変形形状の総合的な研究例としては、日本鋼構造協会において本四公団より委託を受けて行ったものがある¹⁾。

以上一般的に鋼管構造について述べた様な特性は、現在その開発が進められている海洋構造物において、有効に活用できると考えられる。

II 海洋構造物への適用と問題点

海洋構造物の内、鋼管構造の代表例として、甲板昇降式石油掘削装置の脚トラス、油井足場のジャケットを構成する立体トラスを挙げる事ができるが、その格点部は極めて複雑な構造となっている。これまで建造されたトラス格点のおおよその外観を図-1に示す。

鋼管構造の利用上最も困難な問題に、格点部の加工技術、即ち格点部の接合のための管端加工と溶接技術がある。部材の組立、溶接作業には管端加工が重要な影響を与える。支管は主管との相貫線に沿って加工される。通常鋼管の加工は、径がある程度小さい場合、高速砥石により2面あるいは3面切断が有利であるが、ジャケット等に用いられる鋼管の様に径が大きくなると、ガス切断により曲面加工を行っている。又支管の加工精度(長さ、開先精度)を上げると共に、良好な溶接継手を得るためには、主管外径の精度にも厳しいものが要求される。更にこれを組立て溶接を行う。主管と支管とが直角でない場合には、溶接法も、すみ肉溶接から突合せ溶接へと連続的に変化する。又溶接線が錯綜し、狭隘な溶接を行なわねばならず、しかも耐われ性を確保するために、予熱、後熱²⁾が必要な事等の理由で、溶接作業性が極めて悪い。この様な格点では又、溶接後の検査も困難な問題となる。

この様に、多数の部材が集中し、補剛材で複雑に補強された格点部では、加工組立の順序や、溶接線が錯綜する事により、応力集中や溶接残留応力は避けられない。構造的にはこの様な格点の設計は出来るだけ避ける事が望ましい。考慮すべき荷重には、波浪、潮流、風力等があるが、動的解析、疲労に対する検討も要求される。一方材料的には、特に溶接性が良く、靱性の高い材料を使用する必要がある。又、ラメラティヤの問題も考慮せねばならない。現在使用されている鋼材の一例を表-1に示す。

III 鑄鋼製格点

鋼管構造の格点の現状は以上の様なものであると考えられる。石油掘削装置は、技術的進歩の著しい事もあって、同一形状のものが多数建造される例は少なく、建造費も高価なものとなる。甲板昇降式石油掘削装

置の脚トラス格点に注目すれば、同一形状のものが非常に多い(200~300箇所/隻)。従ってこの部分を鑄鋼により一体として製作できれば、① 狭隘な格点部分の加工をなくす事ができる。② 鋼管加工は平面切断となる。③ 溶接方法は突合せで済み、溶接作業が楽になる。等建造工程における複雑で困難な、加工溶接作業を省略する事が可能となる。更に、④ 格点部を一体鑄造する事により、応力集中の生じる部分での溶接継手をなくす事ができる。このような観点に立ち、高張力鑄鋼製格点の開発を考えている。要求性能は80キロ高張力鋼で、衝撃性能は-40℃で3.2Kg-m程度である。成分系はSumiten 80(表-1)を、製造方法は遠心鑄造法を考えている。確性試験の結果については、結果が判明次第報告する。

表-1 海洋構造物に使用されている鋼材の一例

	化学成分(%)										機械的性質			衝撃性質		備考	
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	T.S(kg/mm ²)	Y.P(kg/mm ²)	EL(%)	温度		シャルピー 吸収エネルギー
Sumistrong 60-Q-B	0.18 以下	0.50 以下	1.50 以下	0.035 以下	0.035 以下	—	0.60 以下	—	0.30 以下	0.15 以下	—	60以上	50以上	20以上	-18℃	4.8 kg-m 以上	鋼管
Sumistrong 80-Q-C	0.16 以下	0.35 以下	1.20 以下	0.030 以下	0.020 以下	0.3 以下	0.4 ~ 1.2	0.4 ~ 0.8	0.3 ~ 0.6	0.1 以下	—	80~95	70以上	16以上	"	"	"
Sumiten 60	0.18 以下	0.55 以下	1.50 以下	0.035 以下	0.035 以下	0.50 以下	0.60 以下	0.50 以下	0.30 以下	0.15 以下	—	60~72	46以上	20以上	-5℃	4.8 kg-m 以上	鋼板
Sumiten 80	0.18 以下	0.55 以下	1.20 以下	0.035 以下	0.035 以下	0.15 ~ 0.50	0.30 ~ 1.50	0.30 ~ 0.80	0.10 ~ 0.70	0.20 以下	0.006 以下	80~95	70以上	16以上	-15℃	3.6 kg-m 以上	"

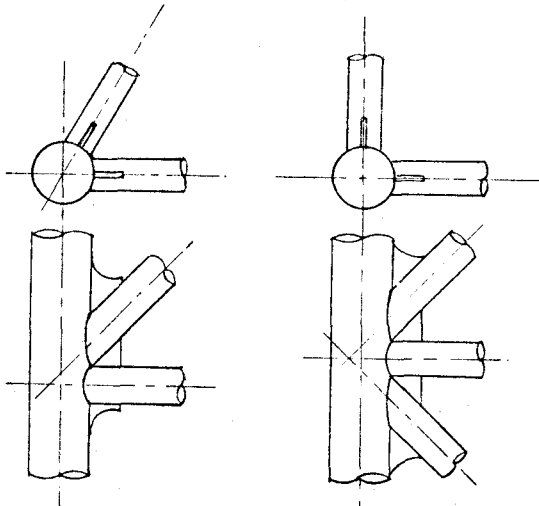


図-1 格点構造の例

参考文献

- 1) 秋山 他 「鋼管構造の格点に関する実験報告」 JSSC №102
- 2) 佐藤 他 「鋼構造物における溶接割れとその防止」 JSSC №82