

T^o > | g Đ °5đ'ö A!l b*• Š _6õ M • ± 9,

Full Scale Experiments of Tee and Cross Type Tubular Joints under Static and Cyclic Loadings

j 'v U (Shozo Takizawa) £ • (Noboru Yamamoto) U N 5 4{ (Jyuro Mihara)
± % (Shigeru Okata)

0[" :

• R S4 "@ _> E •5đ'ö A!l b ò ·>* *• Š b1* †% \$x \ K Z>* z'ö _ 1400 ->* -'ö _ 800
- b5đ'ö †#Ý 8 S ± T °> | g Đ ° A!l _ | •7ü • Š 9, ^ } g _ * § - j Ý\$B ›
9, † ‹ K S Q b) Ý †4# d b%É'2 B Ý \ š3Q K Z b | : ^) 1= † " S M ^ f U >*
Â Š7Ý p ∈ X c z'ö [5.4>|11.6>*-'ö [4.7>|8.4 _4) M • @>*¤ ∈0£'ì ' _c ? ^ ~ * 8
Í † Z < • v b @ 6 • -'ö })°3H Š _ P M ••• Š c › ' b í \, C œ : @>* -'ö , G3H
Š b œ c 9,*• Š b % @ ? ^ ~9x 8 K ? K>* 7•0¿0£ †*f Ö M ∈ d ASI 0d = @ \ ^
Í † Z < • r S>* \$B › | Ø0¿0£ c AWS 0d = b X d)z _ | • b @ , 8 @>* Q b S u _c
A!l b G& ^ Â Š r S c f N s7Ý p ∈ X @ Â } ? _ | ∈ Z 8 ^ E ∈ d ^ } N>* G ∈ } _6õ
M •%É'2 † | } _ 20[\ K Z 8 •

Synopsis :

Full scale model tests have been carried out to investigate static and fatigue strength of tubular joints in offshore structures. The models consist of tee and cross type joints having chord tubes of 1400mm in O.D. and brace tubes of 800mm in O.D., which were subjected to static tension and compression loads and to cyclic tension loads through the braces. Comparison of these test results with previous works gives the following results. (1) Stress concentration factors derived from these tests are in the range from 5.4 to 11.6 in the chords and from 4.7 to 8.4 in the braces, and it is notable that much smaller values are predicted in some previous tests. (2) Ultimate strength of the joints under compression load has a good agreement with proposed strength in previous studies, but under tension load experimental strength gives a larger value than proposed. Considering design practice, however, the API recommendation appears to give a reasonable estimation for static strength. (3) Low cycle fatigue strength is safely predicted by the X-curve in the AWS criteria, but in order to apply the X-curve to the practical design of various joints, additional research will be needed to develop adequate method for the calculation of stress or strain concentration factors.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

• e c b i f a ? } 7 0 t [A r M

Full Scale Experiments of Tee and Cross Type Tubular Joints under Static
and Cyclic Loadings

滝沢 章三*
Shozo Takizawa

山本 昇**
Noboru Yamamoto

三原 重郎***
Jyuro Mihara

大方 茂***
Shigeru Okata

Synopsis:

Full scale model tests have been carried out to investigate static and fatigue strength of tubular joints in offshore

platforms. The test consisted of tee and cross type joints by use of steel pipe of 1400mm in O.D. and brace tubes of

数多く行われており、これらにおいては、形状の複雑さと弾塑性問題であることのためにもっぱら実験的な研究が大部分を占め、類形的な実験式が提案されている。しかし、要因が多岐にわたるあまりいまだ十分な解明がなされたとはいえない。とりわけ海洋構造物に用いられる管径肉厚比の大

JSSC²⁾その他の設計あるいは最大耐力式と比較し、諸式の精度、実用性にも検討を加えた。

2. 試験体および使用材料

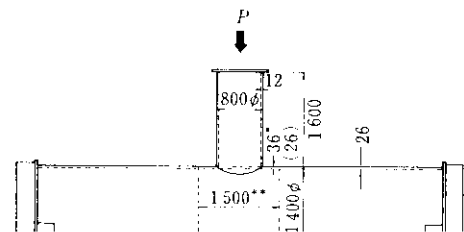
試験体の形状を Fig. 1 に、その名称、表 1 に示

きい鋼管格点に関しては、過去の実験の多くが管径肉厚比の小さいものが対象であったり、小型モデルによるものであるため十分なデータが得られていない。

このような現状に対して、石油掘削用プラットフォーム、シーバースなどのジャケット構造物を対象とした実物大格点の力学的挙動、強度を実験的に検討することにした。

試験体は脚柱材に 1400φ (以下、主管と記す)、斜材に 800φ (以下、支管と記す) の鋼管を用い、ダイヤフラム、リングなどの補強を施さない T 型セ

験種別を Table 1 に示す。使用した鋼管は、鋼板をプレスバンドにより円管状に成形した後完全溶込みのサブマーシーク溶接を施して製作してい



る。また主管と支管の接合部は、手溶接により完全溶込み溶接を行った後に余盛表面をグラインダーで滑らかな凹状に仕上げた。

実験試験体の条件に關しては鋼材種別(SM41B、

り採取した試験片によるものである。

3. 静的単調加力実験

であり、主管肉厚が全長にわたって 26mm のものと、支管接合部の肉厚を 36mm に増厚したもの各 1 体である。主管の長さは、加力実験において管端の主支管接合部への影響を除去しうよう JSSC 実験を参考にして主管径の 5 倍の 7m をとり、補強増厚部全長は A/DI 相違に依りて 1.5m とし、

3.1 T型支管圧縮加力実験

3.1.1 実験方法

加力装置には 1000t 構造物試験機を用いたが、試験体に対する加力位置および圧力面を Fig. 1(a)に

また、十字型試験体の場合には SM41B のもの 2 体、SM50B を 1 体とし、これらの主管厚はいず

示す。加力の制御は、試験機の荷重-ラム変位曲線の立上り勾配の大きいところでは荷重制御で、



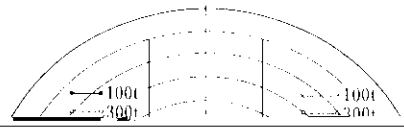
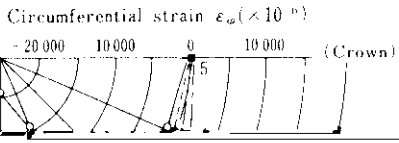
も実験終了に至るまで溶接部その他にき裂や破断は見られず、Photo. 2のように主管に支管がめ込んでいく崩壊状況が観察された。



図 2 十字型格直の荷重履歴 (単位: kN)

支管端相互の距離の変化量であり、支管の伸びが

3.3 実験結果の考察



3・3・2 応力集中係数の各種提案式との比較

鋼管格点部の hot spot における応力もしくは応力集中係数に関する既往の計算式は、困難な解析解を扱うよりも実験によるかコンピュータを用いた数値計算結果から経験的に導かれている。それらのうちで良く知られているものを次に挙げる。

(1) A. A. Tonnac による計算式⁴⁾

Table 4 Comparison of experimental stress concentration factors with calculated factors by eq. (1)~eq. (5)

Model	Member	Experimental	Calculated			
			Eq.(1)	Eq.(2)	Eq.(3)	Eq.(4) Eq.(5)
T-O	Chord	11.6	1.03	10.40	12.26	9.21
	Brace	8.4				6.46

Table 5 Comparison of experimental and calculated ultimate loads

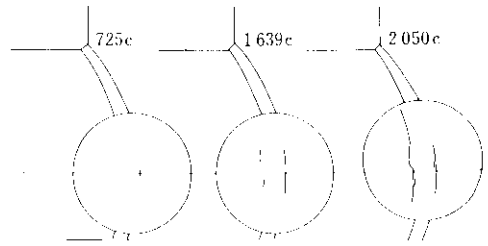
Model	Loading condition	Experimental		Calculated		
		P_u	P_v	API	JSSC	Kurohane et al.

(2) JSSC の提案式

$$T \text{ 型: } P_u = \frac{7.3}{(1 - 0.833 d/D)} \sigma_y T^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$L \text{ 型: } P_u = 5.3 \sigma_y T^2$$

を与えており、十分実用に供しうると判断される。



4. 低サイクル疲労実験

4.1 実験方法

十字型試験体(DT-F試験体)を用いて、8000+

していくのは主管壁のき裂が広がった結果であるが、Fig.11ではそれほど顕著に影響していない。

4.3 疲労強度の考察



最大耐力式および黒羽の式による計算値とよく一致した。一方、補強した試験体の耐力は既往の式

耐力を予想するものと考えられる。

(3) hot spot 近傍の応力集中係数は、支管側で 4.7

図 10 API 規格に準拠した鋼管格点の耐力試験結果。図 10 は、この寸法で D.L. の寸法の内、耐力がある

補強効果を期待できない。

(2) 十字型格点の実験耐力を比較すると、諸式の中で最も高い値を与える API の式による耐力値でさえかなり低く、今後、支管引張荷重に対する割合をさらに要する。しかし、田段部での設計を

ている。

(4) 低サイクル疲労実験では、支管側溶接止端部のき裂が支管周方向に進展することにより破壊に至った。破壊繰返し数は、hot spot のひずみ全振幅をベースに AWS 相準の X 曲線を用いると安全

