



مرکز بررسی و اطلاعات دریایی

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.



سازمان بنادر و دریانوردی



## آنالیز و طراحی اتصالات نوع T و K در سازه‌های متشکل از اعضا لوله‌ای شکل و بررسی موردی سکوی دریایی F9A در خلیج فارس

مهندس محمد چوبدار طوسی - دکتر شاهرخ مالک

دانشکده فنی دانشگاه تهران

### چکیده

اتصالات لوله‌ای T و K به مقیاس وسیعی در خرپاهای صفحه‌ای و فضاکار، برجهای انتقال نیرو، منابع فلزی و سکوه‌های دریایی بکار گرفته می‌شوند. در این مقاله با استفاده از روش اجزاء محدود، آنالیز پارامتریک اتصالات T و K دارای مقطع مربعی تحت اثر بارگذاری محوری و خمشی درون صفحه انجام پذیرفته است. اجزاء محدود توپر (Solid) در مدل کردن جوشها و اجزاء محدود پوسته‌ای (Shell) برای مدل کردن سایر نواحی اتصال مورد استفاده قرار گرفته است. در یک بررسی پارامتریک، ۱۷ مورد اتصال T شکل و ۲۴ مورد اتصال نوع K مورد مطالعه خاص قرار گرفتند. نتایج این تحلیل‌ها، دستیابی به ۱۹ فرمول ریاضی می‌باشد که بیان کننده ضرایب تمرکز تنش بر حسب پارامترهای هندسی اتصال است. دقت این روابط توسط برنامه‌های آماری مورد بررسی قرار گرفت و نتایج دقیقی حاصل شد. به منظور کاهش تمرکز تنش و بهبود رفتار اتصالات T شکل، از تقویت اتصال با استفاده از بتن یا ورق‌های تقویتی استفاده گردیده و اثرات اعمال تقویت‌های ذکر شده بر ضرایب تمرکز تنش مورد بررسی قرار گرفته است. فلسفه طراحی حالت حدی بر اساس آئین نامه‌های CIDECT و AWS تشریح شده و به موازات آن اثر تغییر زاویه عضو مهاري اتصالات Y شکل و فاصله بین دو عضو فرعی اتصالات نوع K بر مقاومت نهایی اتصالات مذکور توسط برنامه کامپیوتری PROKON مورد بحث قرار گرفته است.

تحلیل غیر خطی الاستوپلاستیک کامل سه بعدی برای اتصالات T شکل به منظور پیش بینی مقاومت نهایی انجام پذیرفته است. اثر ضخامت عضو اصلی (Chord) بر مقاومت نهایی اتصالات T شکلی که تحت اثر بارگذاری محوری فشاری می‌باشند نیز بررسی شده و برای آن رابطه‌ای ریاضی بدست آمده است.

رابطه ریاضی مورد نظر با مقادیر حاصله بر اساس سایر آئین نامه‌های معتبر جهانی مقایسه شده و انطباق مطلوبی حاصل گردیده است. از برنامه کامپیوتری LUSAS برای تحلیل غیر خطی کلیه اتصالات T شکل و همچنین آنالیز کمانشی الاستیک اتصالات نوع T استفاده شده است. یک سکوی نفتی از نوع سکوهای ثابت دریایی واقع در منطقه نفتی فروزان در خلیج فارس موسوم به F9A توسط برنامه کامپیوتری PROKON آنالیز و طراحی شد.

## ۱- طراحی اتصالات لوله‌ای توسط برنامه PROKON:

اتصالات مورد بررسی در این مقاله از نوع T و K بوده که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. برنامه PROKON یک برنامه آنالیز و طراحی سازه‌ها می‌باشد. این برنامه جهت طراحی اتصالات لوله‌ای در مقاله حاضر با پیگیریهای نگارنده از کشور انگلستان خریداری گردید. برنامه PROKON بر اساس ضوابط آئین نامه CIDECT تهیه گردیده است. با این برنامه میتوان اتصالات ساده نوع T و Y و X و K و N و KT را طراحی نمود. در شکل‌های (۲-۱) الی (۶-۱) چند نمونه طراحی اتصال نشان داده شده است.

## ۲- تحلیل الاستیک اتصالات نوع T و تعیین روابط تمرکز تنش:

### ۱-۲- روش آنالیز

در این بخش با استفاده از روش اجزاء محدود یک آنالیز تنش پارامتریک روی اتصالات لوله‌ای با مقطع قوطی انجام شد. اتصالات فوق تحت اثر بار محوری و لنگر خمشی درون صفحه‌ای قرار گرفتند. اجزاء محدود توپر (Solid) در مدل کردن جوشها و اجزاء محدود پوسته‌ای (Shell) برای مدل کردن سایر نواحی اتصال مورد استفاده قرار گرفت. در یک مطالعه پارامتریک ۱۷ مورد اتصال T شکل با مقطع قوطی مورد بررسی خاص قرار گرفتند. نتایج این آنالیزها دستیابی به یک سری روابط ریاضی می‌باشد که بیان کننده ضرایب تمرکز تنش بر حسب پارامترهای هندسی اتصال است. در شکل‌های (۱-۲) و (۲-۲) ناحیه اتصال عضو اصلی (chord) و عضو فرعی (brace) نشان داده شده است.

### ۲-۲- مطالعات پارامتریک

برای انجام مطالعات پارامتریک، محدوده تغییرات زیر مد نظر قرار گرفت:

$$0.25 \leq \frac{t}{T} \leq 1$$

$$6.67 \leq D/2T \leq 20$$

$$0.25 \leq d/D \leq 1$$

$$5 \leq L/D \leq 9$$

تمام پارامترهای فوق در شکل (۲-۳) تعریف گردیده‌اند.  
نهایتاً روابط ذیل برای محاسبه ضرائب تمرکز تنش اتصالات T شکل حاصل گردید:

الف) اتصال T شکل تحت بارگذاری فشاری و کشش:

$$SCF = 3.186 (t/T)^{0.79} (D/2T)^{1.06} (d/D)^{0.45} (L/D)^{0.037}$$

ب) اتصال T تحت اثر بارگذاری خمشی:

$$SCF = 1.108 (t/T)^{0.615} (D/2T)^{1.363} (d/D)^{1.2} (L/D)^{-0.0082}$$

ج) اتصال T تحت اثر ترکیب بارگذاری فشاری و خمشی:

$$SCF = (t/T)^{0.79} (D/2T)^{1.06} (d/D)^{0.45} (L/D)^{0.037} \left[ 3.186 + \frac{1.38d^{0.75}}{D^{0.4}T^{0.13}L^{0.0452}} \right]$$

اثرات پارامترها در ضریب SCF (بعنوان مثال پارامتر  $\beta$ ) در اشکال (۲-۱۰) و (۲-۱۱) نشان داده شده است.

### ۳- تحلیل الاستیک اتصالات نوع K به روش اجزاء محدود:

مشابه با قسمت فصل دوم این مقاله اتصال K شکل با مقاطع مربعی را مورد بررسی قرار داده و ضرائب تمرکز تنش را محاسبه می‌کنیم. اتصالات فوق تحت اثر ۶ نوع بارگذاری قرار دارند. اتصالات K شکل مورد بررسی توسط برنامه SAP90 آنالیز شده و با استفاده از برنامه آمرای SPSS روابط پارامتریک بدست آمد. در شکل (۳-۱۱) یک نمونه از مدل‌های اجزاء محدود ملاحظه می‌گردد. همچنین در شکل (۳-۴) الی (۳-۶) اثر پارامتر  $\beta$  بر SCF بررسی گردیده است.

### ۴- تقویت‌های اعمال شده به اتصالات مورد بررسی:

اصولاً اتصالات لوله‌ای به سه دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: اتصالات ساده، اتصالات تقویت شده موضعی و اتصالات تقویت شده کامل. اگر اتصالات لوله‌ای در یک سازه دارای مقاومت کافی نباشد میتوان از تقویت استفاده نمود. این تقویت‌ها میتواند بطرق مختلفی اجرا شود که در شکل‌های (۴-۱) الی (۴-۱۰) نمونه‌هایی از آنها نشان داده شده است. در این فصل ما همان اتصالات مورد بررسی در فصل دوم را مورد تقویت قرار میدهم و ضرائب تمرکز تنش را محاسبه می‌کنیم. در اشکال (۴-۱۱) الی (۴-۱۸) انواع مختلف تقویت‌های در نظر گرفته شده در این مقاله را نشان داده شده است. نهایتاً در شکل (۴-۱۹) اثر تقویت اتصال در

ضریب تمرکز تنش نشان داده شده است.

## ۵- بررسی موردی سکوی F9A در خلیج فارس

### ۱-۵- مقدمه:

در این قسمت با استفاده از آئین نامه 1993 و API و برنامه کامپیوتری PROKON طراحی جاکت موسوم به F9A واقع در خلیج فارس را کنترل می‌کنیم. این سکو در جنوب غربی خلیج فارس (مرز آبی ایران و عربستان) و منطقه نفتی فروزان قرار دارد. سکو از نوع ثابت دریایی یا شابلونی میباشد. این سکوی نفتی ابتدا توسط برنامه SAP90 آنالیز استاتیکی و دینامیکی شد و سپس با استفاده از برنامه PROKON اتصالات آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ارتفاع آب در محل نصب سکو ۴۹ متر است.

### ۲-۵- محاسبه ارتفاع و پریود موج طرح در محل نصب سکو

برای محاسبات موج از مشخصات موج طراحی یک سکوی نفتی مجازی با مشخصات زیر استفاده می‌شود. (در یک دوره طرح ۳۰ ساله)

جدول (۱-۵) - مشخصات موج طراحی

پریود پیشنهاد (ثانیه)	تعداد امواج	ارتفاع موج (متر)
7.8	106100000	0-1.5
8.6	11897500	1.5-3
8.9	1334000	3-4.5
9.2	149610	4.5-6
9.5	16772	6-7.5
9.8	1880	7.5-9
10.1	211	9-10.5
10.4	24	10.5-12
10.7	3	12-13.5

داده‌های جدول بالا مربوط به سکوی دریایی Campos Basin در ۸۰ کیلومتری بندر ریودوژانیرو و در برزیل است که توسط مهندس مشاور برزیلی در محاسبات موج طراحی سکوی F9A مد نظر قرار گرفته است.

نهایتاً مشخصات موج طرح را بصورت زیر در نظر گرفتیم:

$d = 49 \text{ m}$  عمق آب در محل نصب سکو

$H = 4.5 \text{ m}$  ارتفاع موج طرح

$T = 8.9 \text{ Sec}$  پریود موج طرح

نتایج تحلیل و طراحی اتصالات سکوی F9A در اشکال صفحات الی درج گردیده است.

## ۶- مقاومت نهایی اتصالات لوله‌ای مورد بررسی

اتصالات لوله‌ای پس از ایجاد تسلیم اولیه دارای ظرفیت ذخیره قابل ملاحظه‌ای هستند. در این فصل روابط موجود جهت تعیین مقاومت نهایی اتصالات T شکل مورد بررسی قرار گرفت. معمولاً معادلات مقاومت نهایی اتصالات لوله‌ای بر حسب پارامترهای بدون بعد محاسبه می‌شود. روابط ذیل مقادیر مقاومت بدون بعد اتصال T شکل را بر حسب پارامترهای هندسی بیان می‌کنند.

الف) رابطه آئین نامه API:

$$\frac{P_u}{F_y T^2} = 3.4 + 19\beta \quad (۱-۶)$$

ب) رابطه بدست آمده در این مقاله

$$\frac{P_u}{F_y T^{1.788}} = 2 + 18\beta \quad (۲-۶) \quad (\text{توسط نگارنده و همکارانش})$$

رابطه (۲-۶) توسط آنالیزهای غیر خطی که توسط برنامه LUSAS انجام گرفت، بدست آمد. (اتصال T شکل با تغییر دادن مقدار ضخامت عضو اصلی (chord) در حالات مختلف توسط برنامه LUSAS مورد آنالیز قرار گرفت و نتایج بدست آمده را توسط برنامه آماری Spss تجزیه و تحلیل نمودیم که نهایتاً رابطه (۲-۶) حاصل گردید.)

## ۷- مراجع:

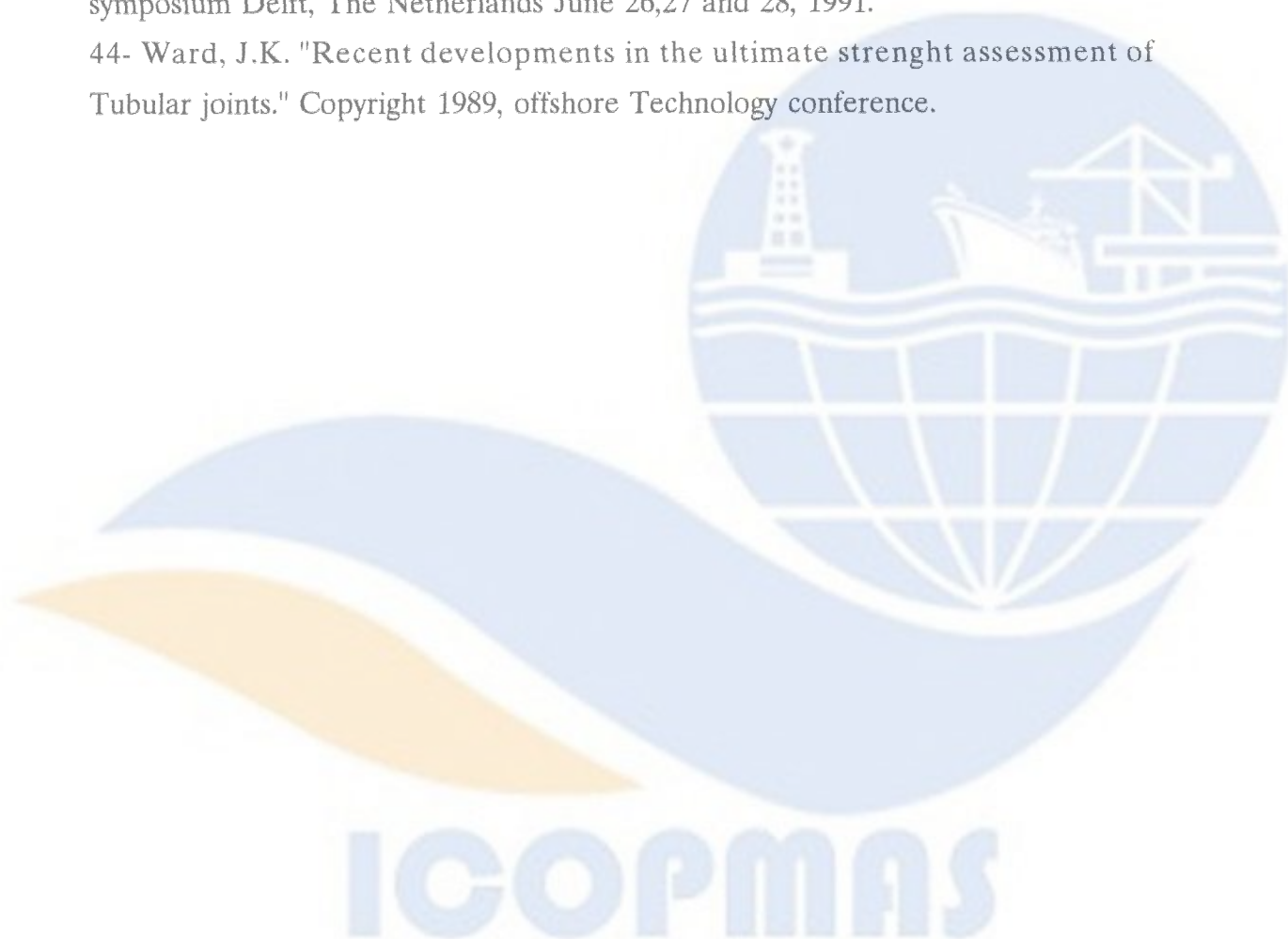
- ۱- برگی، خسرو (۱۳۷۲). «مجموعه نوشتار کارهای دریایی»، دانشکده نی دانشگاه تهران.
- ۲- مالک، شاهرخ (۱۳۷۱). «مجموعه نوشتار پل و پلسازی - مبحث خستگی» دانشکده فنی دانشگاه تهران.

- ۲- مالک، شاهرخ (۱۳۷۲). «مجموعه نوشتار سازه‌های فولادی پیشرفته» دانشکده فنی دانشگاه تهران.
- 4- Ahamad, S., Irons, B.M., Zienkiewicz, o.c. "Analysis of thick and thin shell structures by Curved finite element." Int.J. Num. Meth. Eng.1971.
- 5- Aaghaakouchak, A. "Stress analysis of unstiffened and stiffened Tubular joints using an improved finite element model of intersection." (1990). London U.K.
- 6- A.P.I. Recommended Practice for planning, Designing and Constructing Fixed offshore platforms (API-RP2A, EIGHTEENTH EDITION, SEPTEMBER 1989).
- 7- Burdekin, F.M. "Aspects of assessment of defects in welded joints and related reliability analysis treatment. "UMIST,Manchester, U.K.
- 8- Billington, I. "Background to new formulae for the ultimate state of tubular joints. Copyright 1982. OTC 4189.
- 9- Blodgett, Omer. "New AWS code specifies the desing of Tubular joints".
- 10- CIDECT. Design guide for rectangular hollow section (RHS) joints under predominately static loading. (1992).
- 11- Coutie, M.G. "Tubular structure V". Proseeding of the Fifth International symposium Nottingham, United Kingdom. 25-27 August 1993.
- 12- Coutie, M. "Three dimensional tee joints in Rectangular hollow section".(1992)
- 13- Cofer, W.F. "An analytical method for ultimate strength Evaluation of Tubular joints." (1992)
- 14- Chen, W.F. "Design interaction equation for cylindrical tubular beam columns." Journal of structural Engineesing. July 1990.
- 15- Chen, W.F. "Design interaction equation for cylindrical tubular beam columns." Journal of structural Engineering, August 1983.
- 16- Farkas, J. "Savings in weight by using CHS or SHS instead of angles in compressed struts and trusses." Tubular structures VI, 1994.
- 17- Fakas, J. "Optimum design of circular hollow section beam - columns. "The proceeding of the second (1992) International offshore Engineering conference.
- 18- Finite Element Analysis Ltd. "Advance procedure and training course3 manual."
- 19- Finite Element Analysis Ltd. "London university structural analysis system (LUSAS)". Computer packagae Developed by FEA Ltd. Forge House, 66 High St. Kingston Upon Thames, Surrey. UK.
- 20- Grundy, P. "Tubular Structures V1". Proceeding of the six International

- symposium on Tubular structures. Australia/14-16 December 1994.
- 21- Hayrettin. (1988). "Finite element handbook.
- 22- Irons, B.M. "The semiloof shell element" Wiley, London 1976.
- 23- Jubran, S. Cofer, F. "Finite Element modeling of Tubular joints". August 1,1995.
- 24- LUSAS theory Manual. (1989). Manchester Computing Center. Version 10.
- 25- LUSAS User Manual. (1989). University of Manchester Regional Computer center.
- 26- Lalani, M. "The Present State - of - the - ART - Technical Developments and advances since OTJ 85.
- 27- Lalani, M.
- 28- Lalani, M. "Recent research and advances in the design of Tubular joints".
- 29- Lalani, M. "Design for fatigue using the S - N approach. Wimpey offshore engineers.
- 30- Lalani, M. Tebbett, I.E. "Improved fatigue life estimation of Tubular joints." 18th Annual OTC in Houston, Texas, May 5-8, 1986.
- 31- Lalani, M. "Post - Yield and post - Peak behaviour of Tubular joints in offshore structures." Tubular structures V. 1993.
- 32- Maalek, S. Burdkin, F.M. "Weld quality requirements fpe castellated means". The structural Engineer/July 1991.
- 33- Niemi, E. (1990). "Tubular Structures". The Third International symposium.
- 34- PROKON User Manual. (1995). Sixth Edition January 1995.
- 35- Popovici, A. "general aspects concerning computation methods of the fixed steel marine platform." First symposium, Tehran, Iran. 1989.
- 36- Packer, J.A. "Experimental determination of strain concentration factors on RHS Truss GAP K- connection Manual. (By: U.S. Army Coastal Engineering Research center 1977.
- 37- Soh, A. "Hot spot stresses of Tubular joints subjected to combined Research center 1977.
- 38- Shore protection Manual. (By: U.S. Army Coastal Engineering Research center 1977.
- 39- SHSCON. "Design of Hollow Section Connections". (1995). Prokon software consultants (Pty). London.



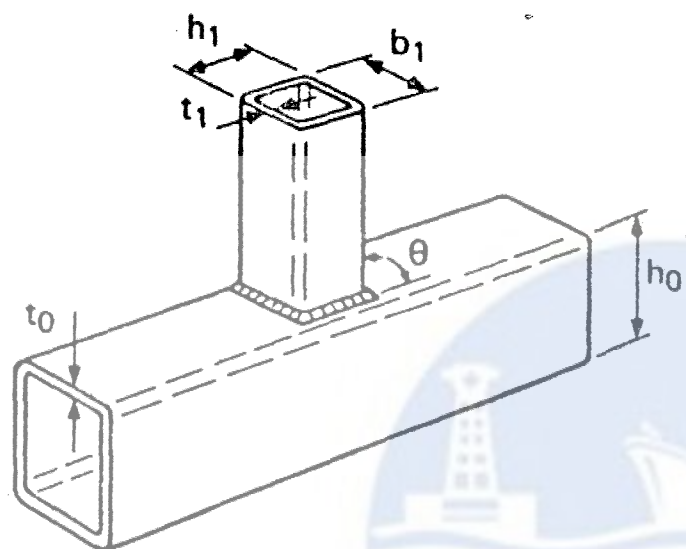
- 40- Tolloczko, J.A. "The Implication of new data on the Fatigue life assesment of Tubular joints." Copyright 1984 offshore Technology conference.
- 41- Tebbett. I.E. "A new approach to stress concentration factors for tubular joint design.
- 42- Wardenier, J.Packer, J.A. (1991). "Design guide for circular hollow section (CHS) joints under predomintly static loading.
- 43- Wardenier, J. panjeh shahi, E. "Tubular structures". The 4th International symposium Delft, The Netherlands June 26,27 and 28, 1991.
- 44- Ward, J.K. "Recent developments in the ultimate strenght assesment of Tubular joints." Copyright 1989, offshore Technology conference.



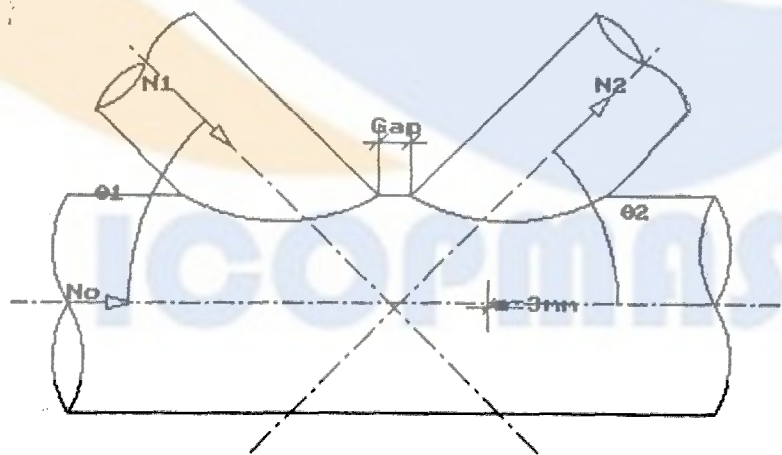
جدول (۵-۱) - مشخصات موج طراحی

ارتفاع موج (متر)	تعداد امواج	پریود پیشنهاد (ثانیه)
0-1.5	106100000	7.8
1.5-3	11897500	8.6
3-4.5	1334000	8.9
4.5-6	149610	9.2
6-7.5	16772	9.5
7.5-9	1880	9.8
9-10.5	211	10.1
10.5-12	24	10.4
12-13.5	3	10.7

ICOPMAS

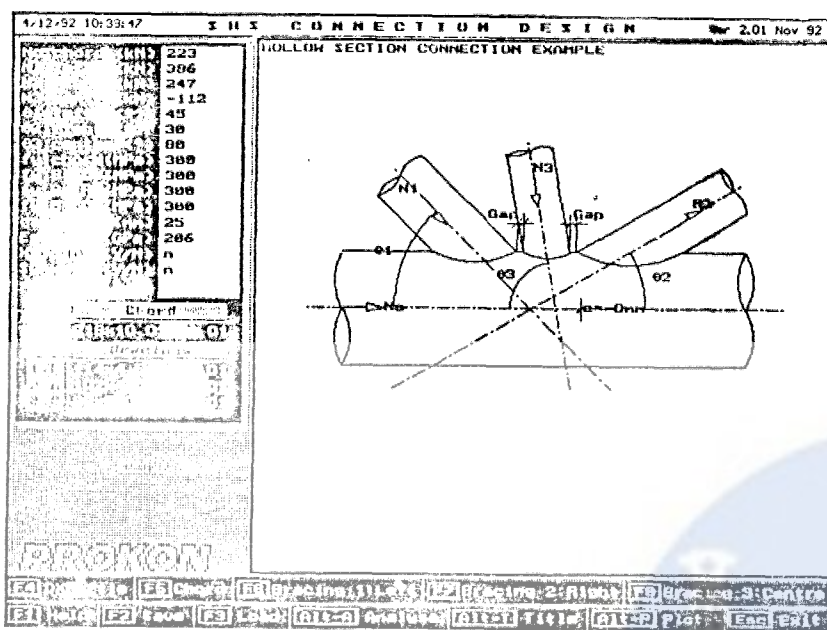


الف) مقاطع راست گوشه



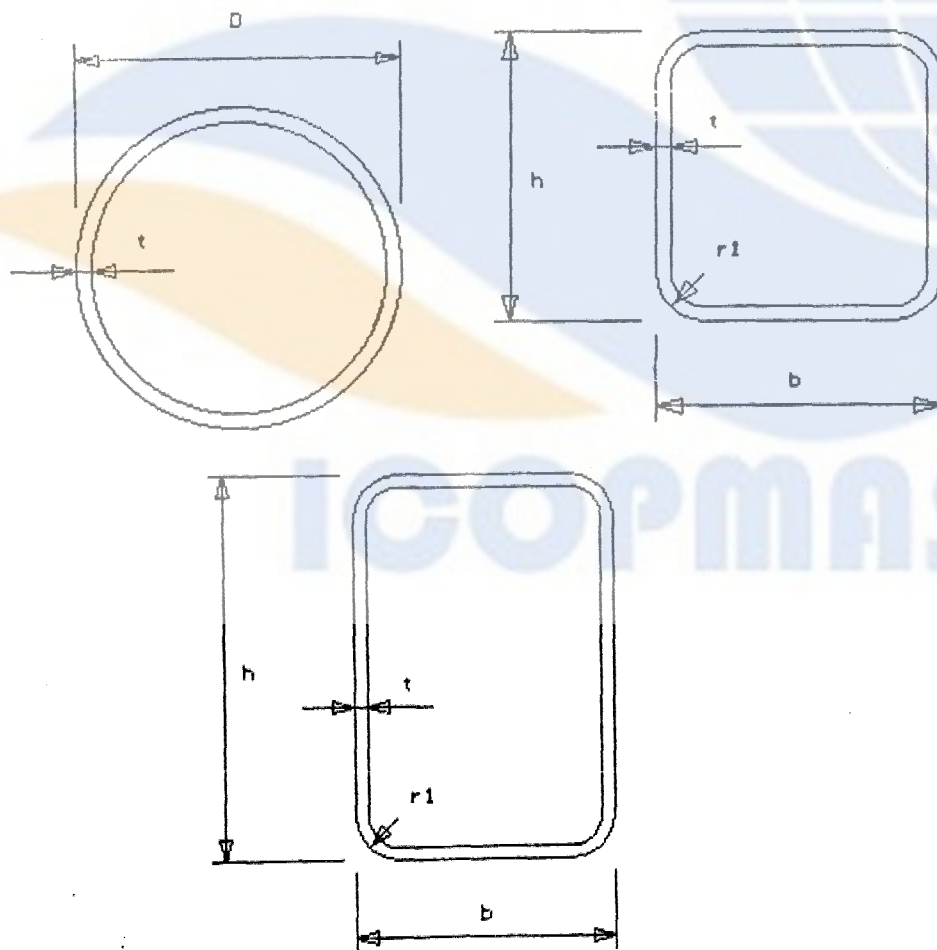
ب) سطح دایروی

شکل (1-1) - اعضاء لوله‌ای با مقاطع راست گوشه و دایروی



Input Screen with example of KT joint

شکل (۱-۲) - طراحی یک اتصال لوله‌ای از نوع KT با برنامه کامپیوتری PROKON



شکل (۱-۳) - مقاطع لوله‌ای مختلفی که در برنامه کامپیوتری PROKON استفاده می‌شوند.

27/11/95 12:52:19 SHS CONNECTION DESIGN Ver 2.05 Jun 95

HOLLOW SECTION CONNECTION DESIGN EXAMPLE

Chord  
Bracings

1: L  
2: R  
3: C

شکل (۴-۱) - طراحی یک اتصال K شکل با مقاطع دایروی

27/11/95 14:10:47 SHS CONNECTION DESIGN Ver 2.05 Jun 95

HOLLOW SECTION CONNECTION DESIGN EXAMPLE

Chord  
Bracings

1: L  
2: R  
3: C

شکل (۵-۱) - طراحی یک اتصال K شکل با مقاطع راستگوشه

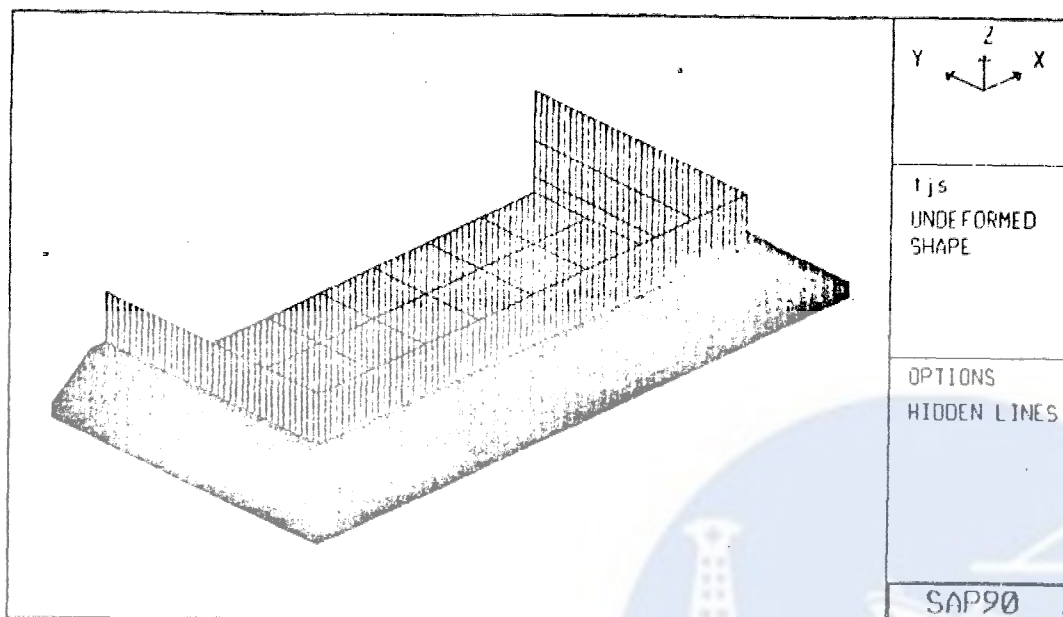
27/11/95 14:57:43 SHS CONNECTION DESIGN Ver 2.05 Jun 95

HOLLOW SECTION CONNECTION DESIGN EXAMPLE

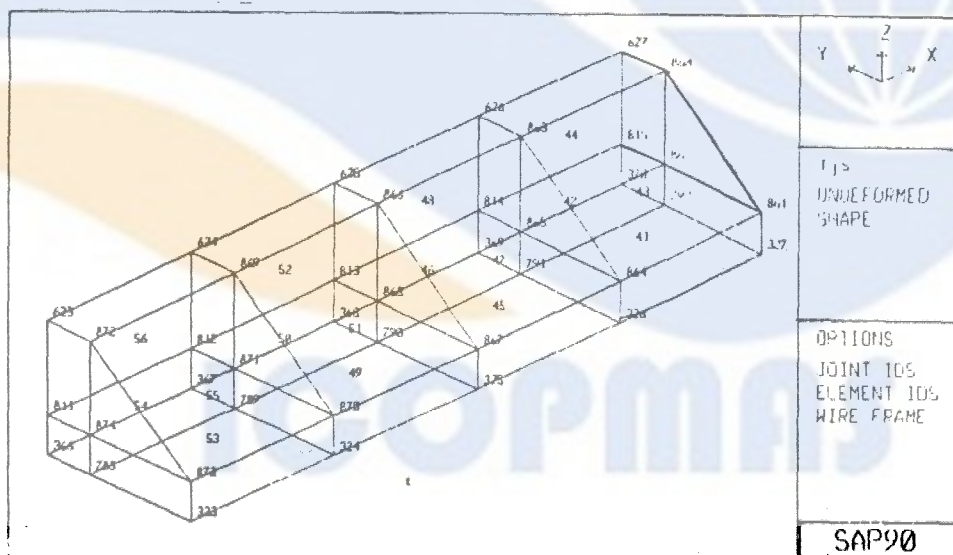
Chord  
Bracings

1: L  
2: R  
3: C

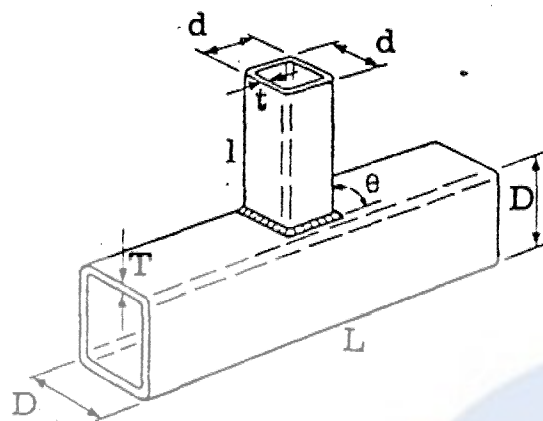
شکل (۶-۱) - طراحی یک اتصال K دوگانه با مقاطع دایروی



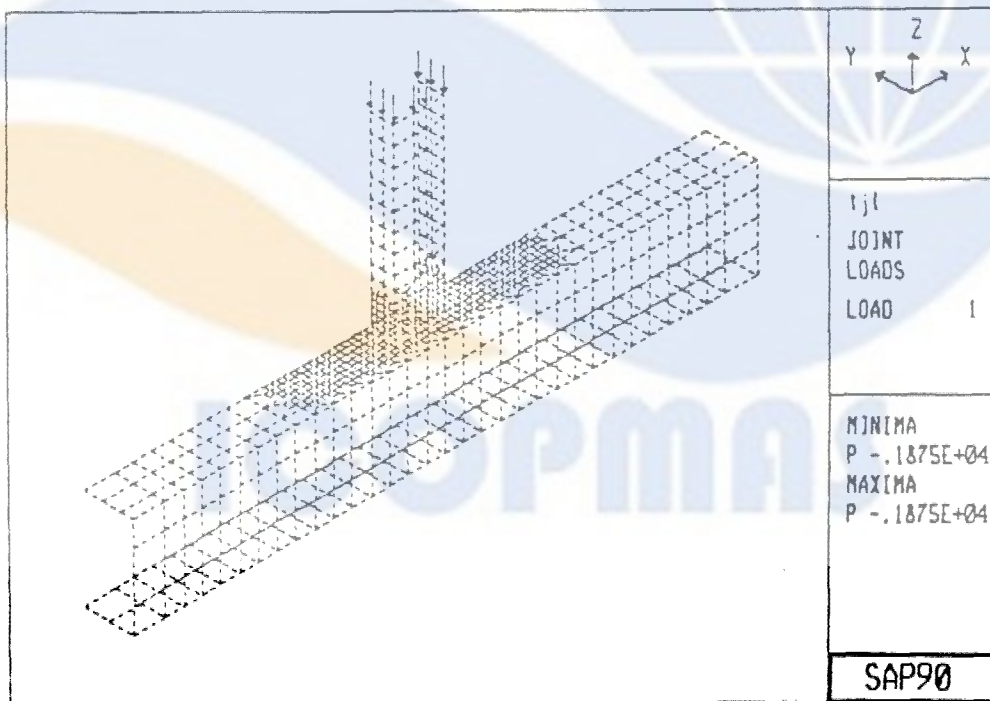
شکل ( ۱-۲ ) - ترکیب المانهای shell و solid در مدل اجزاء محدود انتخابی



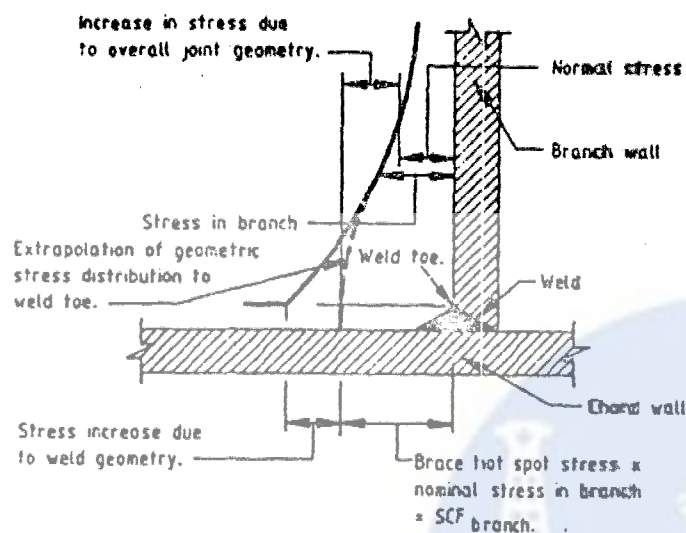
شکل ( ۲-۲ ) - شکل هندسی المانهای solid مورد استفاده



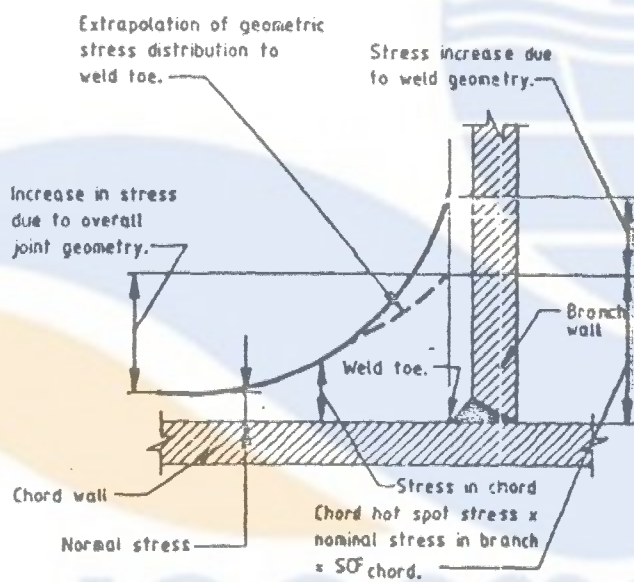
شکل (۳-۲) - پارامترهای هندسی اتصالات T شکل مورد بررسی



شکل (۴-۲) - مدل اجزاء محدود اتصال T تحت اثر بارگذاری فشاری -  $\beta = 0/5$  و  $L = 100$  و  $L = 10$



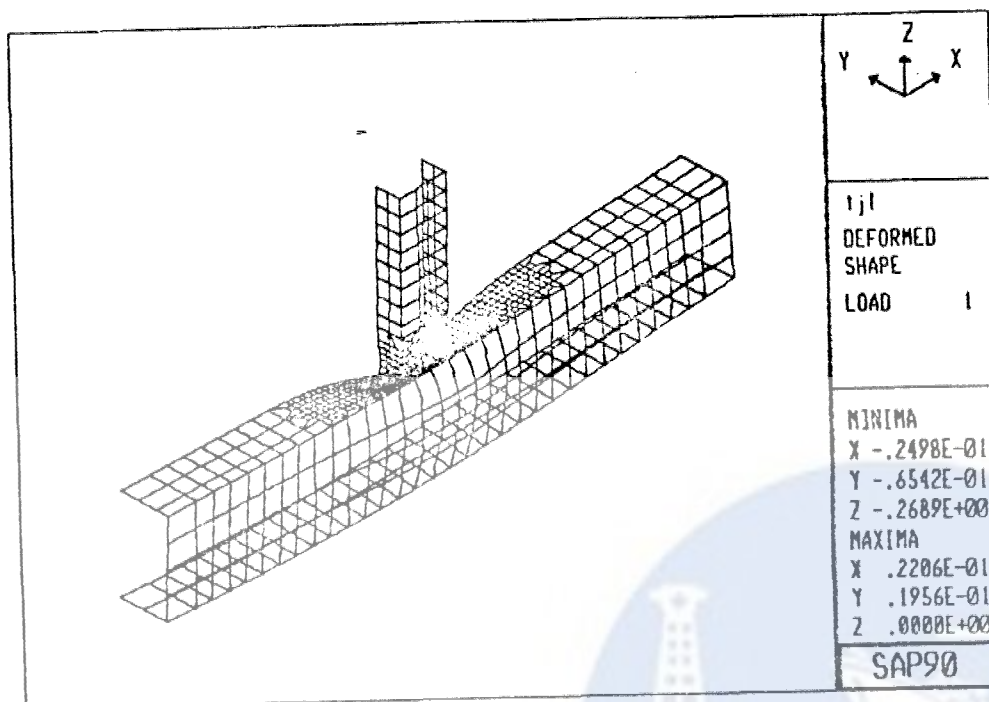
### Stress distribution in branch



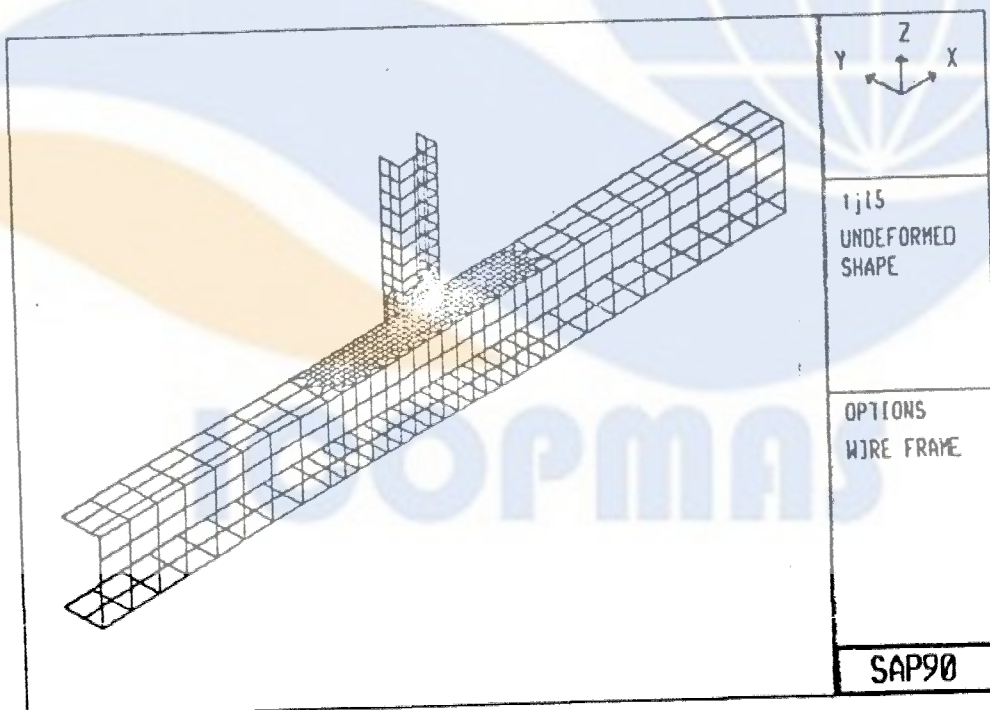
### Stress distribution in chord

شکل (۲-۵) - ضرائب تمرکز تنش در عضو اصلی و فرعی

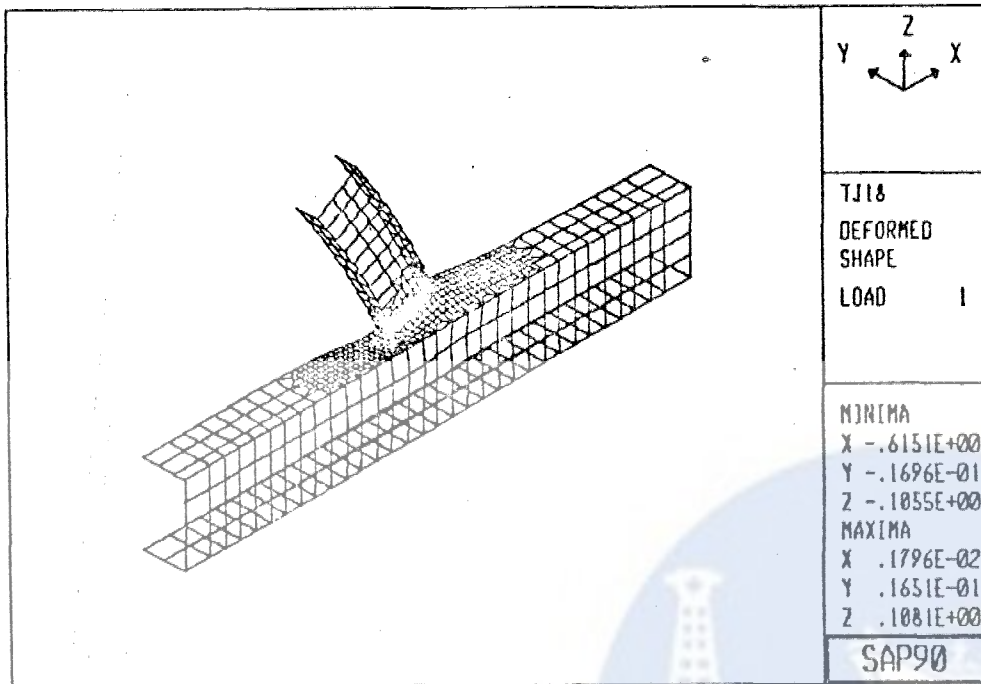




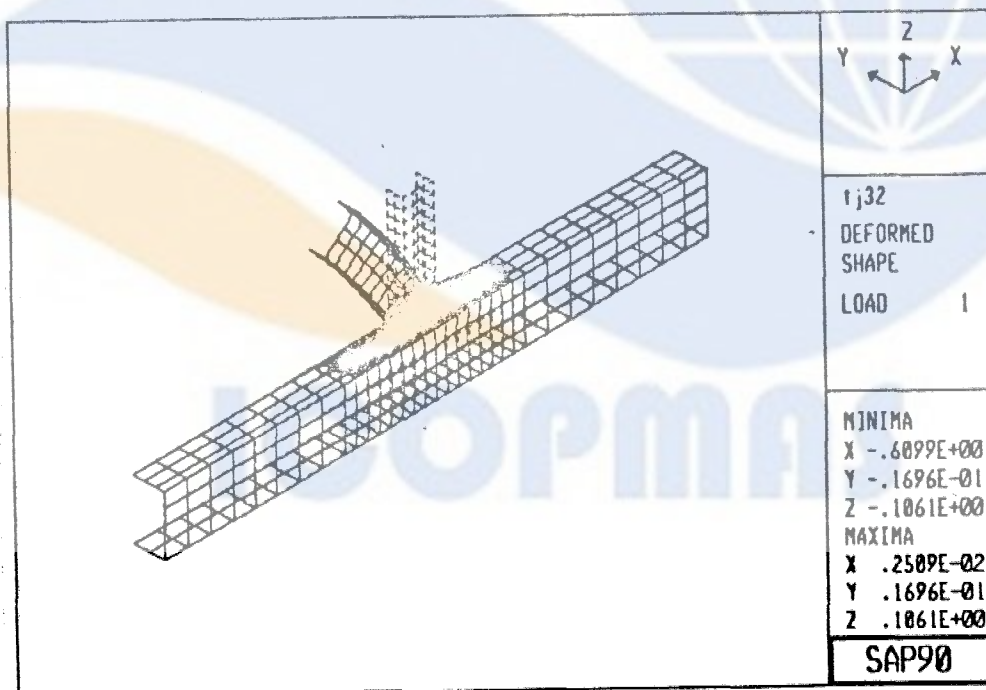
شکل (۷۲) - فرم تغییر شکل یافته اتصال T تحت اثر بارگذاری فشاری



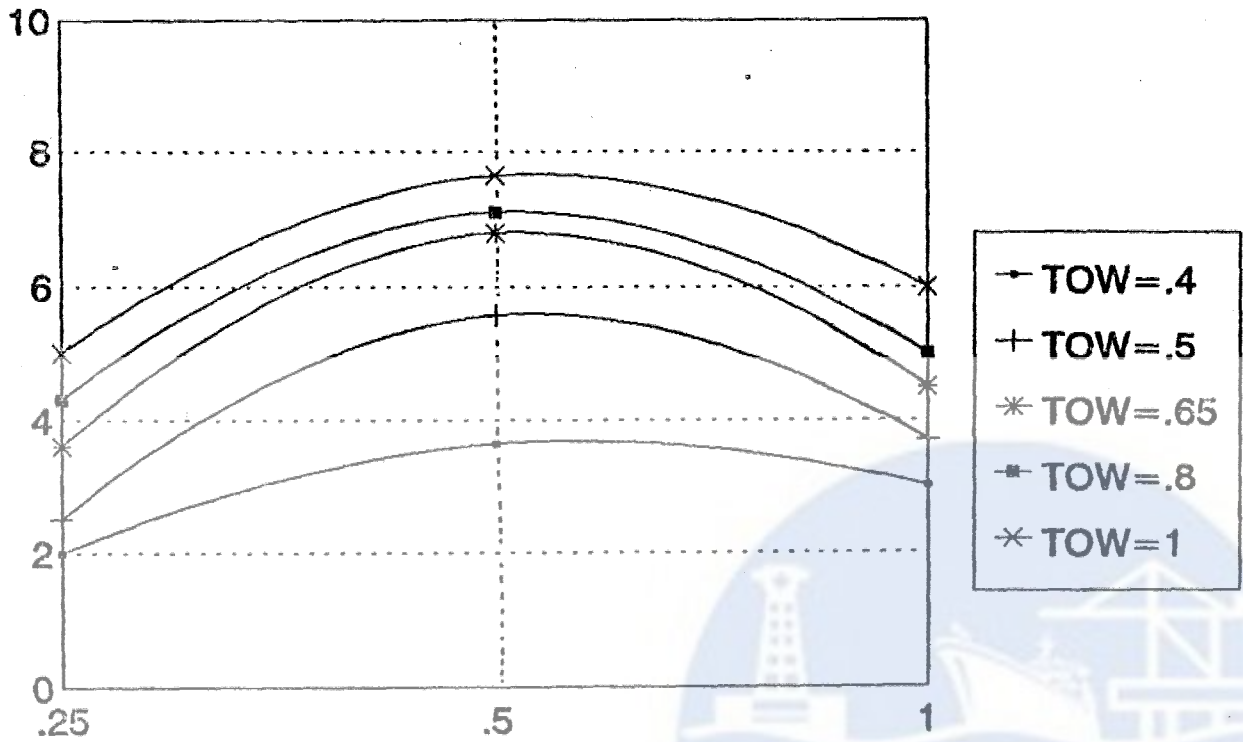
شکل (۷۲) - مدل اجزاء محدود اتصال T تحت اثر بارگذاری فشاری -  $\beta = 0.5$  و  $L = 144 \text{ cm}$



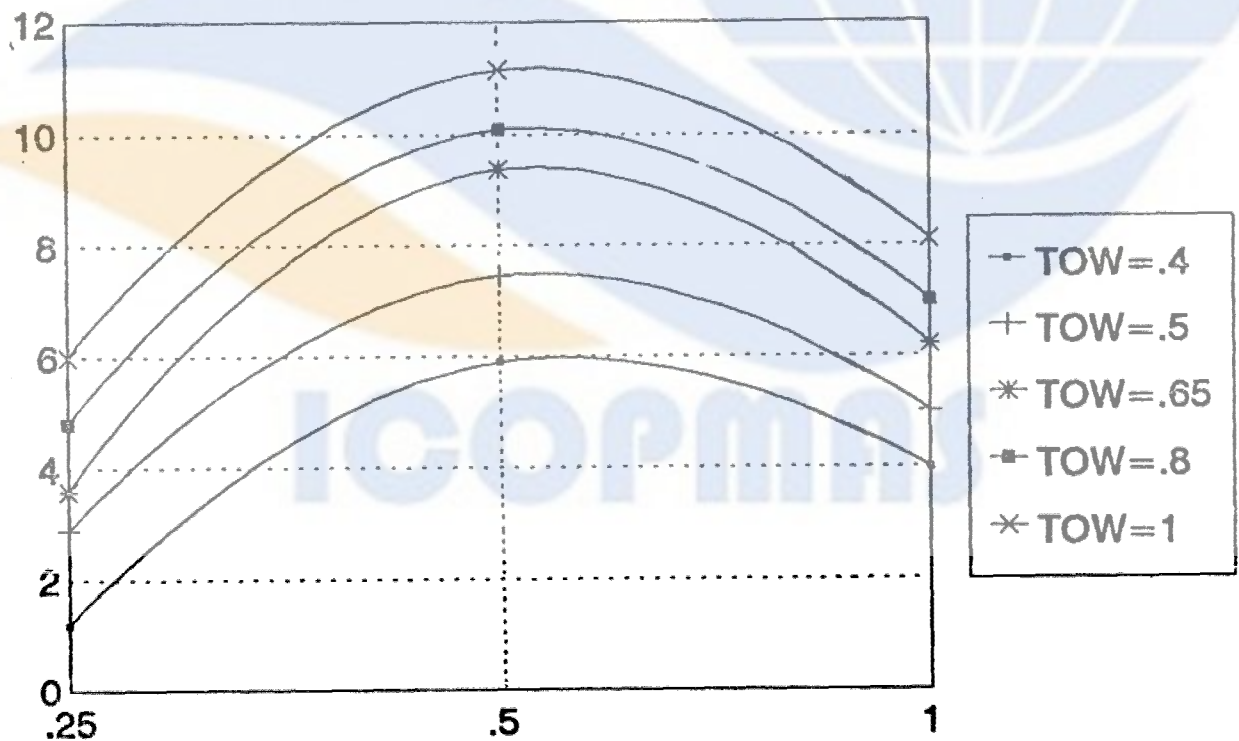
شکل (۸-۲) - فرم تغییر یافته اتصال T تحت اثر بارگذاری خمشی -  $\beta = 0/5$  و  $L = 100$  cm



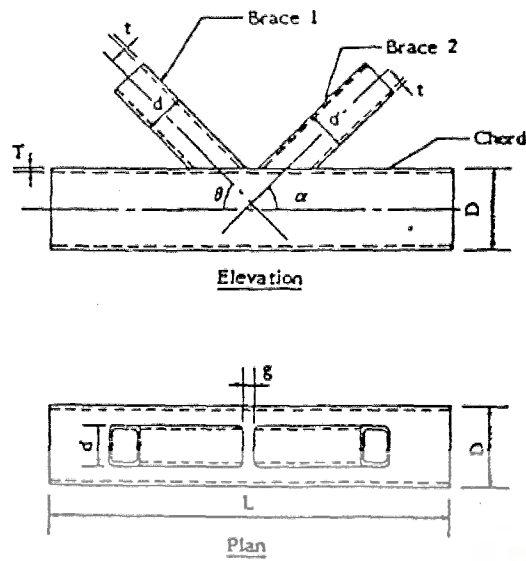
شکل (۹-۲) - فرم تغییر یافته اتصال T تحت اثر بارگذاری خمشی -  $\beta = 0/5$  و  $L = 144$



شکل (۱۰-۲) - اثر پارامتر  $\beta$  در ضریب تمرکز تنش اتصالات T - بارگذاری خمشی - المان shell

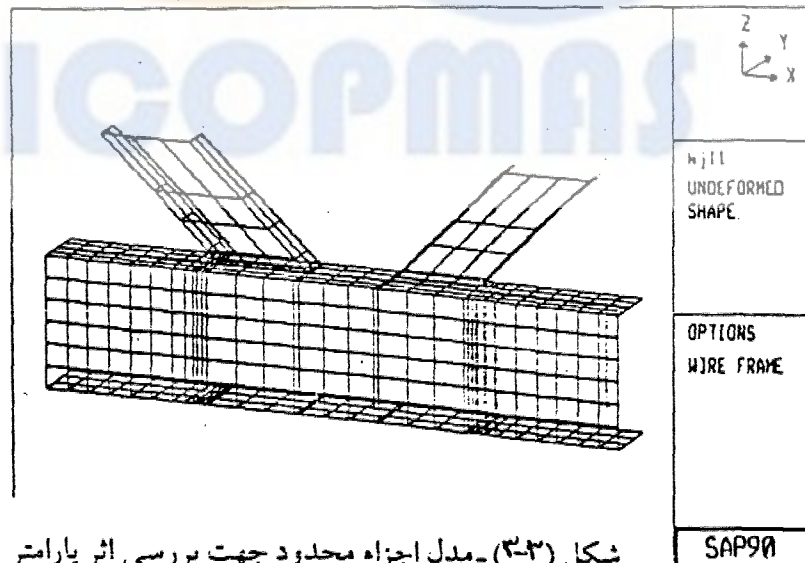
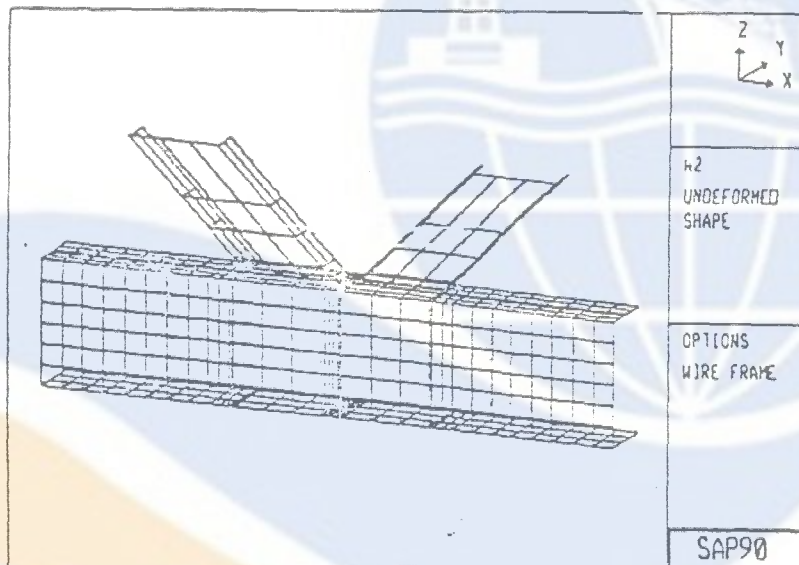


شکل (۱۱-۲) - اثر پارامتر  $\beta$  در ضریب تمرکز تنش اتصالات T - بارگذاری خمشی - المان shell و solid

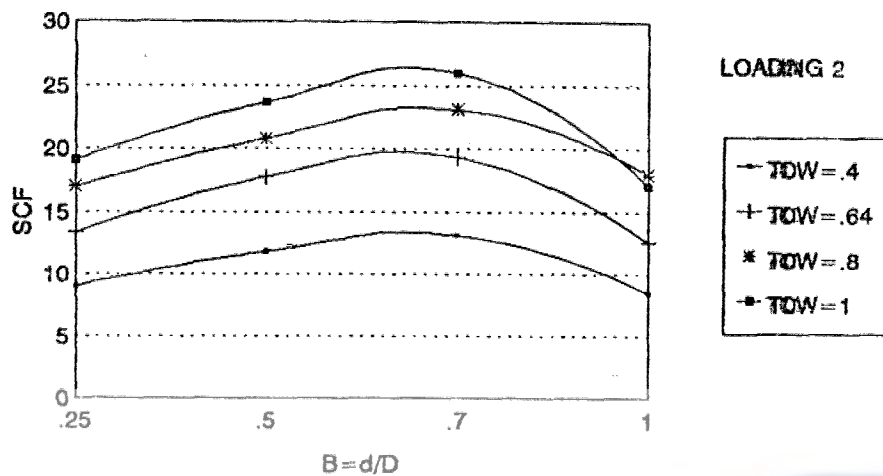


شکل (۱-۳) - پارامترهای هندسی اتصالات K

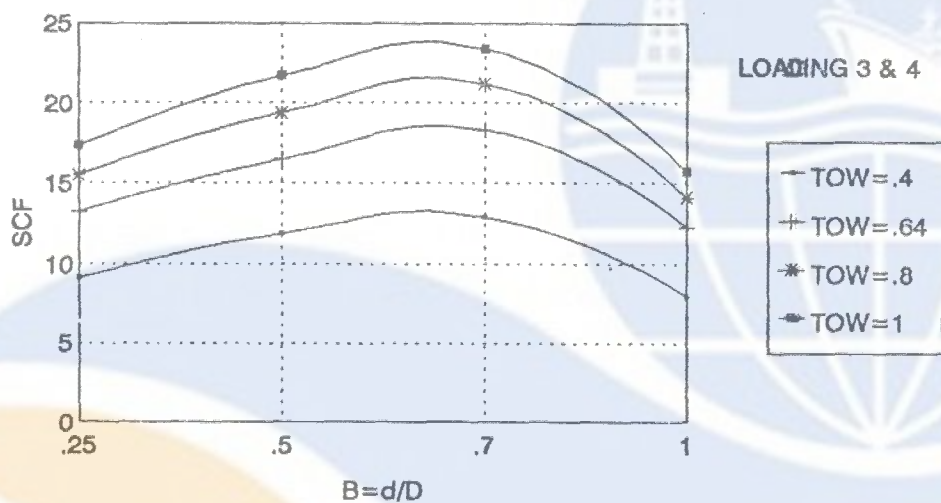
شکل (۲-۳) - مدل اجزاء محدود اتصالات K مورد بررسی



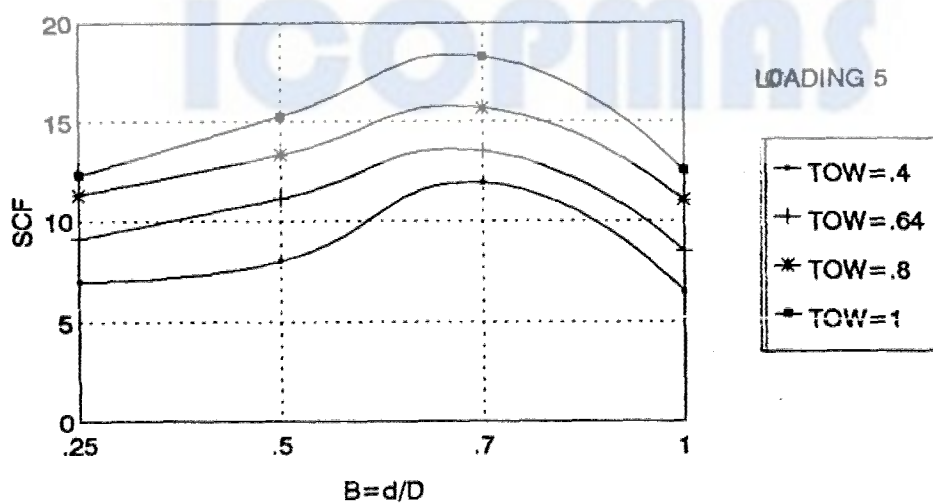
شکل (۳-۳) - مدل اجزاء محدود جهت بررسی اثر پارامتر gap در اتصالات K شکل



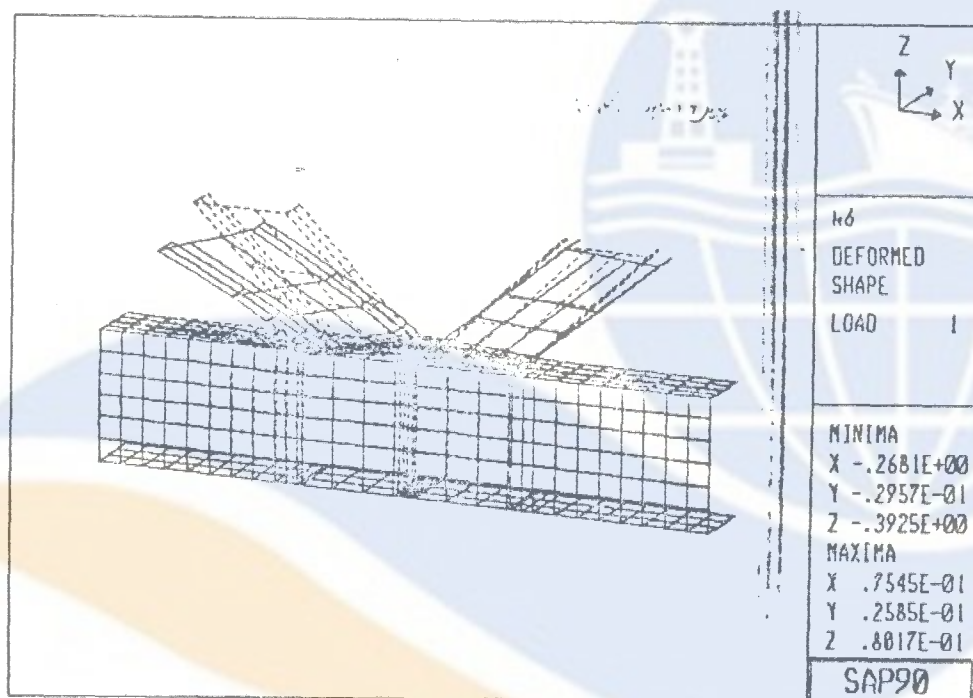
شکل (۳-۴) - اثر پارامتر  $\beta$  در ضریب تمرکز تنش اتصالات k - بارگذاری ۲



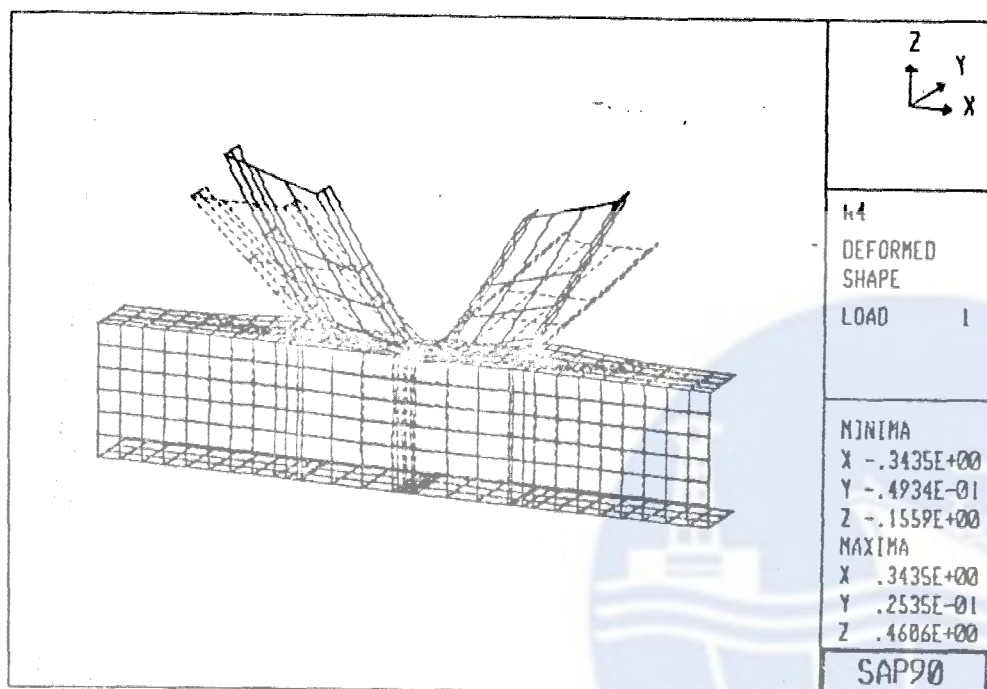
شکل (۳-۵) - اثر پارامتر  $\beta$  در ضریب تمرکز تنش اتصالات k - بارگذاری ۳ و ۴



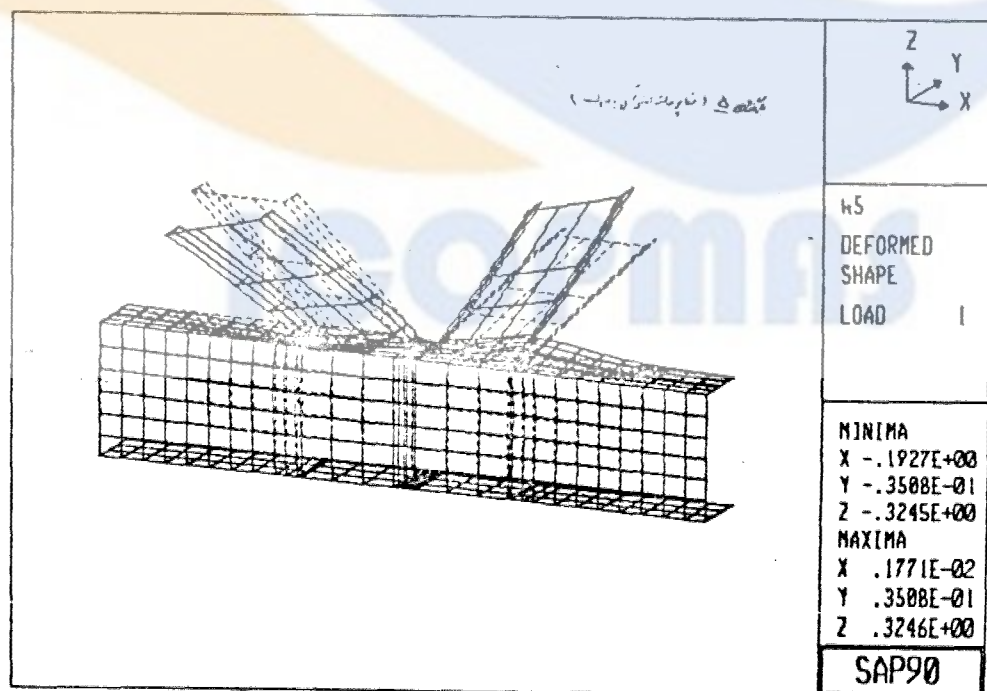
شکل (۳-۶) - اثر پارامتر  $\beta$  در ضریب تمرکز تنش اتصالات k - بارگذاری ۵



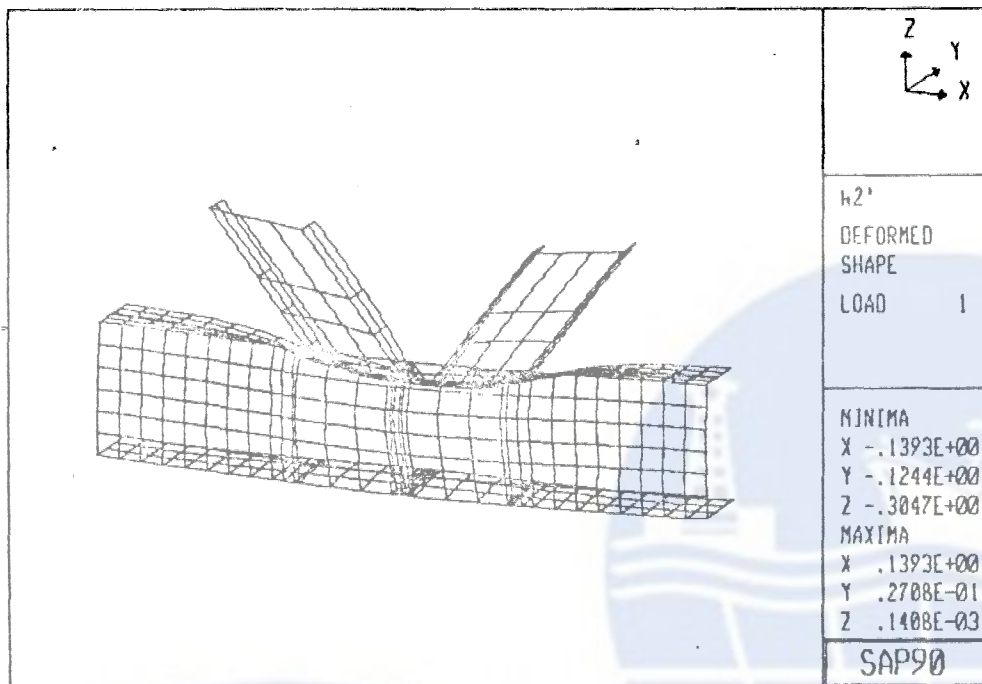
شکل (۷-۳) - فرم تغییر شکل یافته اتصال کاتحت اثر بارگذاری ۶



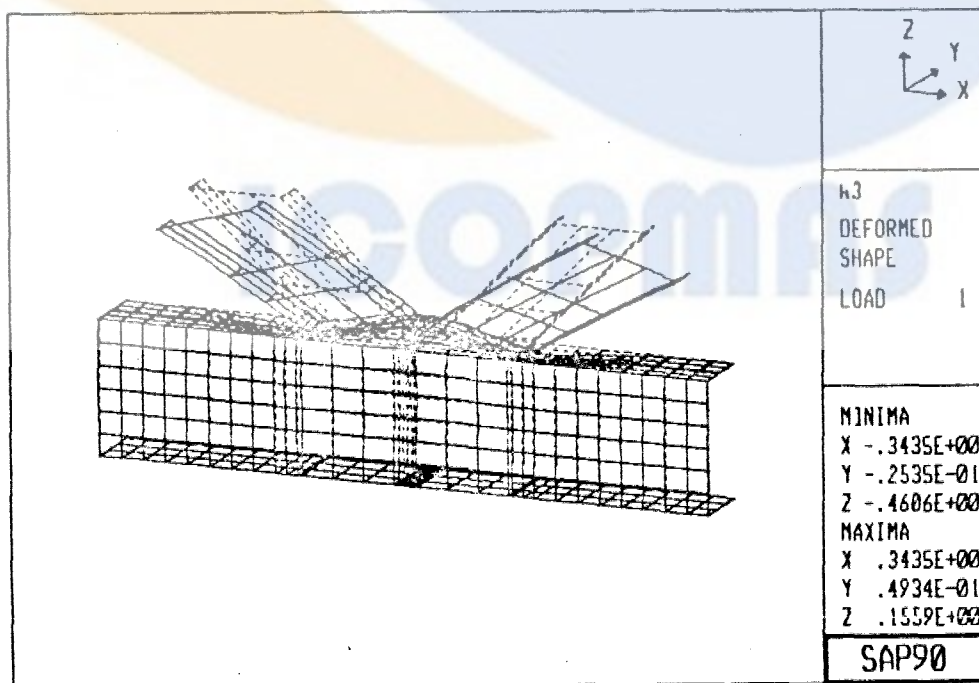
شکل (۴-۳) - فرم تغییر شکل یافته اتصال k تحت اثر بارگذاری ۴



شکل (۴-۴) - فرم تغییر شکل یافته اتصال k تحت اثر بارگذاری ۵

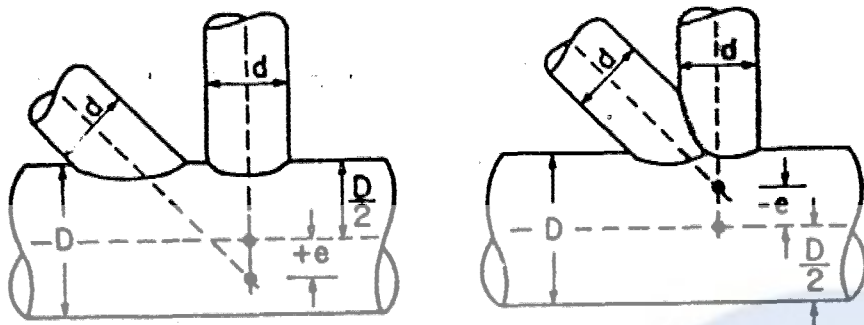


شکل (۱-۳) - فرم تغییر شکل یافته اتصال k تحت اثر بارگذاری (۲-ب)

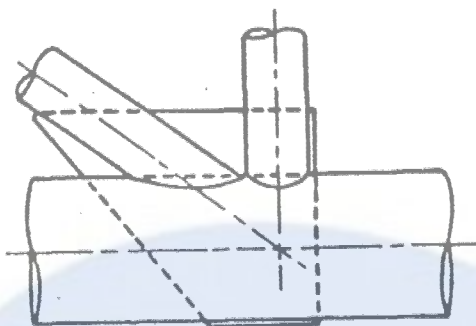


شکل (۲-۳) - فرم تغییر شکل یافته اتصال k تحت اثر بارگذاری ۳

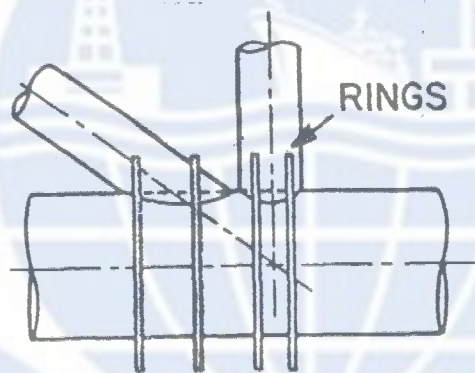




شکل (۱-۴) - تقویت اتصال با افزایش اورلپ

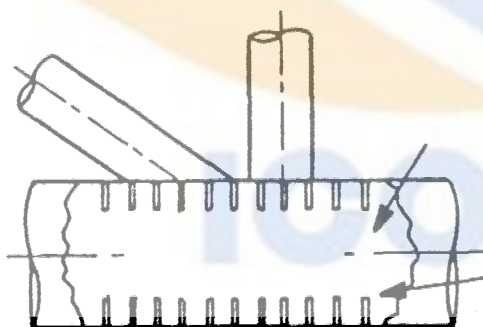


شکل (۲-۴) - تقویت اتصال با ورقهای گذرنده از میان اعضاء



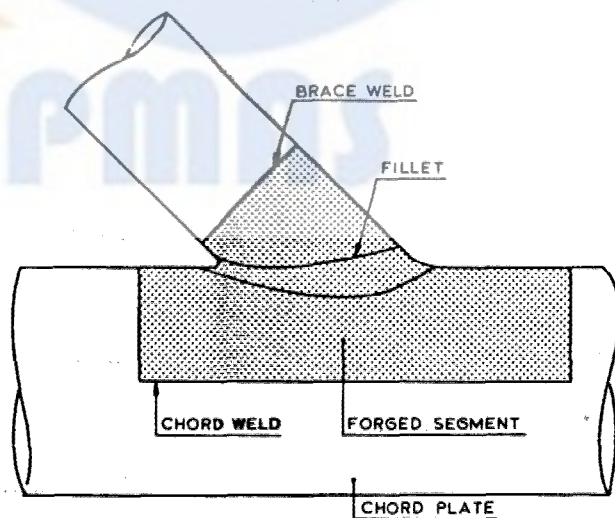
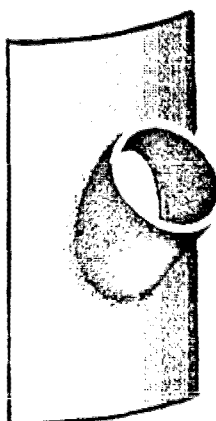
شکل (۳-۴) - استفاده از حلقه‌های خارجی

جهت تقویت اتصال

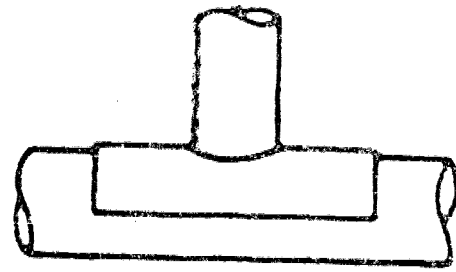
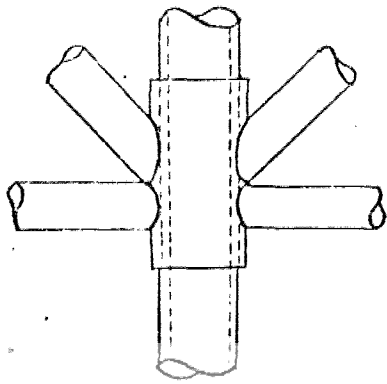


شکل (۴-۴) - استفاده از حلقه‌های

داخلی جهت تقویت اتصال

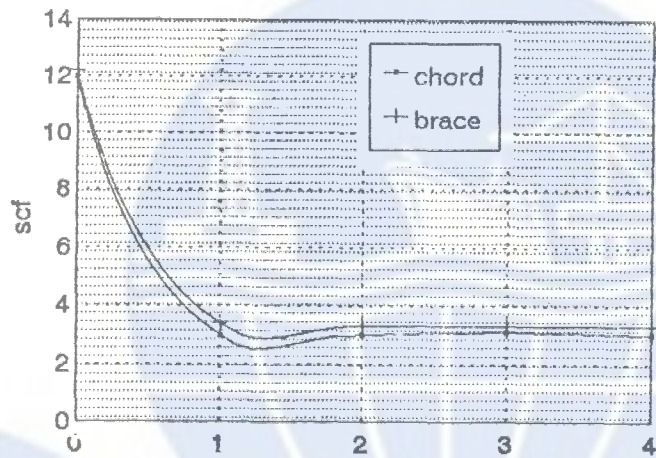
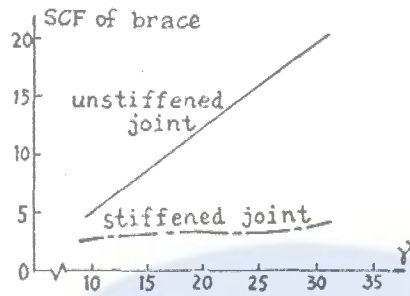


شکل (۵-۴) - تقویت نوع forged



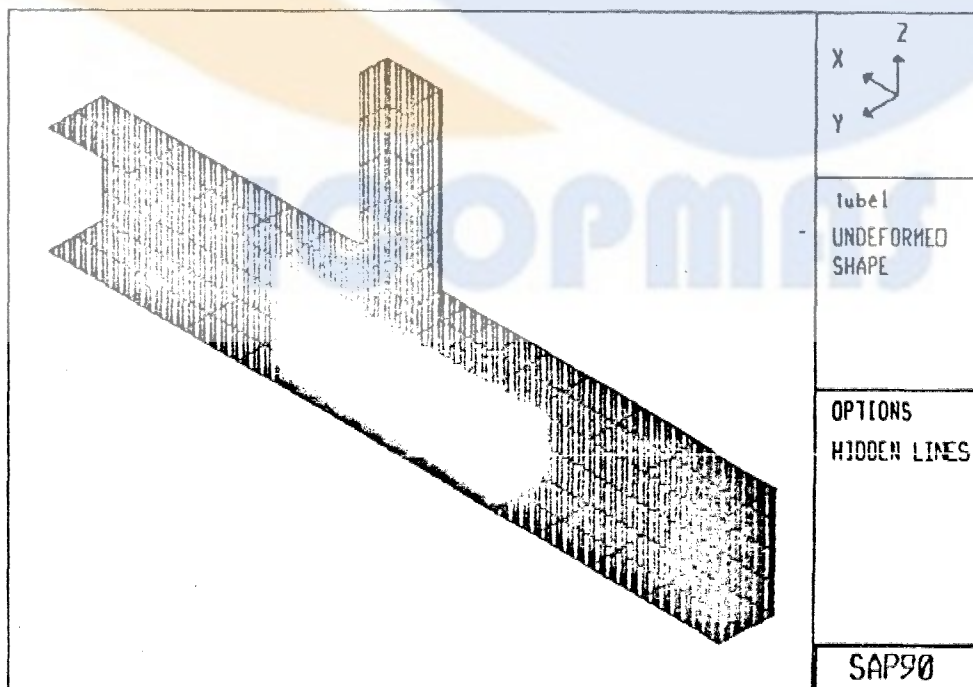
شکل (۴-۷) - تقویت نوع زین اسبی

شکل (۴-۶) - استفاده از حلقه تقویتی با ضخامت بیشتر

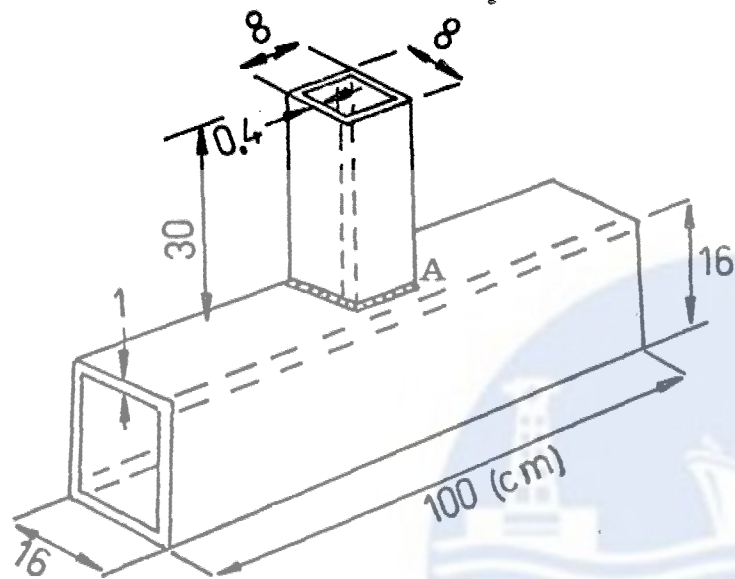


شکل (۴-۹) - اثر افزایش تعداد حلقه‌های تقویتی بر ضریب تمرکز تنش

شکل (۴-۸) - اثر تقویت اتصال بر ضریب تمرکز تنش



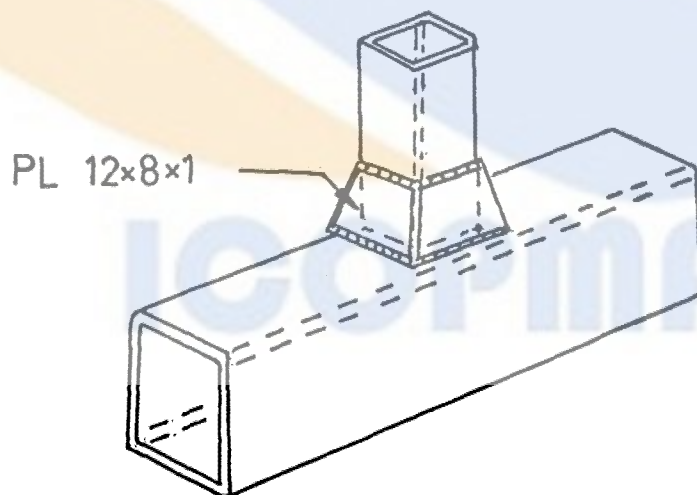
شکل (۴-۱۰) - مدل اجزاء محدود تقویت اتصال با بتن



**JOINT NUMBER 1**

**NO STIFENER**

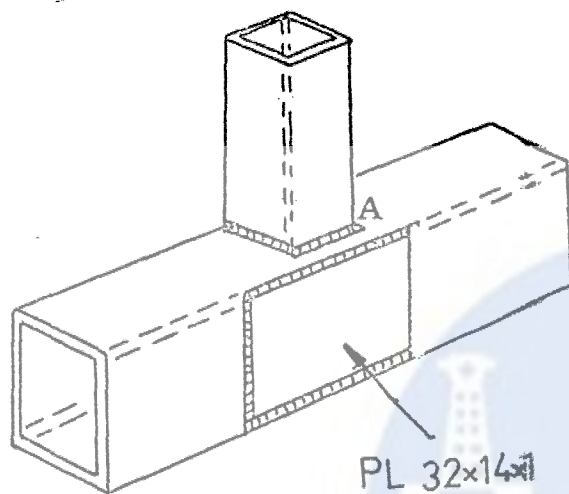
شکل (۴-۱۱) - اتصال T بدون هیچگونه تقویت



**JOINT 2**

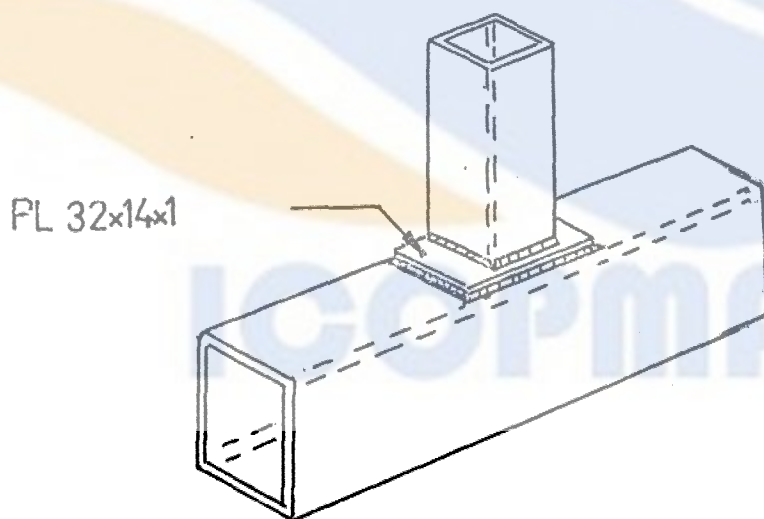
**BRACE**

شکل (۴-۱۲) - اتصال T با تقویت حلقوی روی عضو فرعی



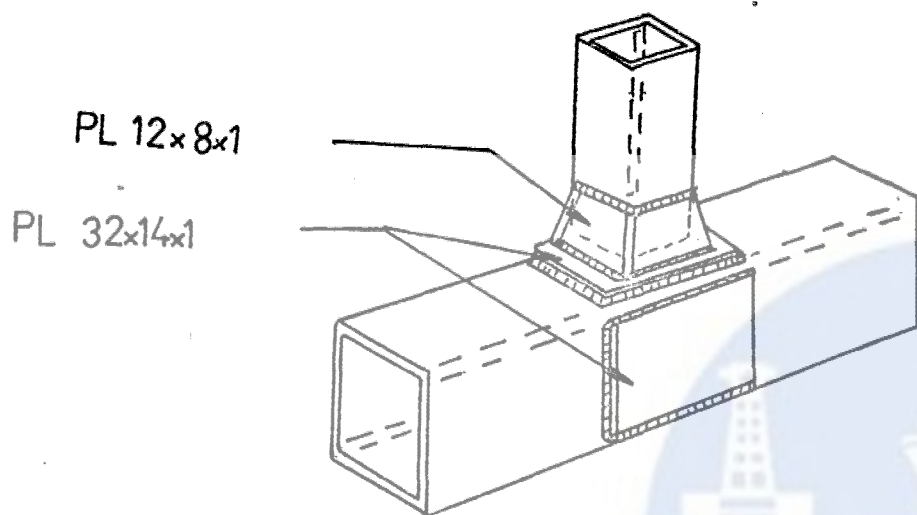
JOINT 3  
SIDE

شکل (۴-۱۳) - اتصال T با ورق تقویتی روی سطح جانبی عضو اصلی



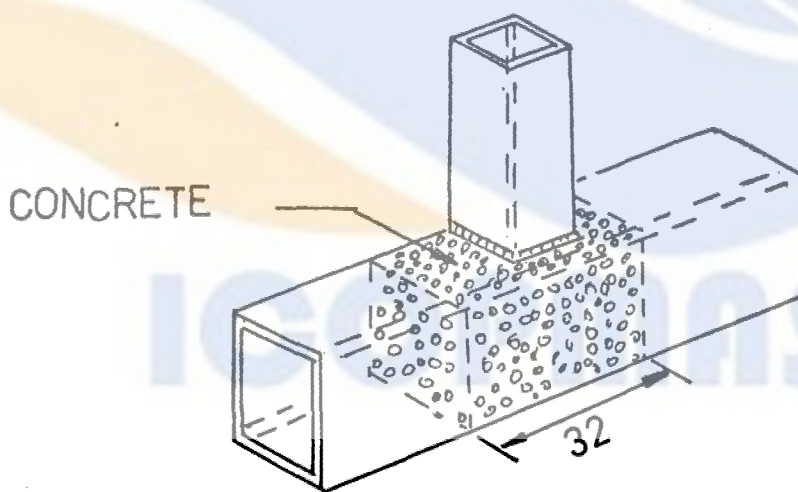
JOINT 4  
FLANGE

شکل (۴-۱۴) - اتصال T با ورق تقویتی روی سطح فوقانی عضو اصلی



JOINT 5

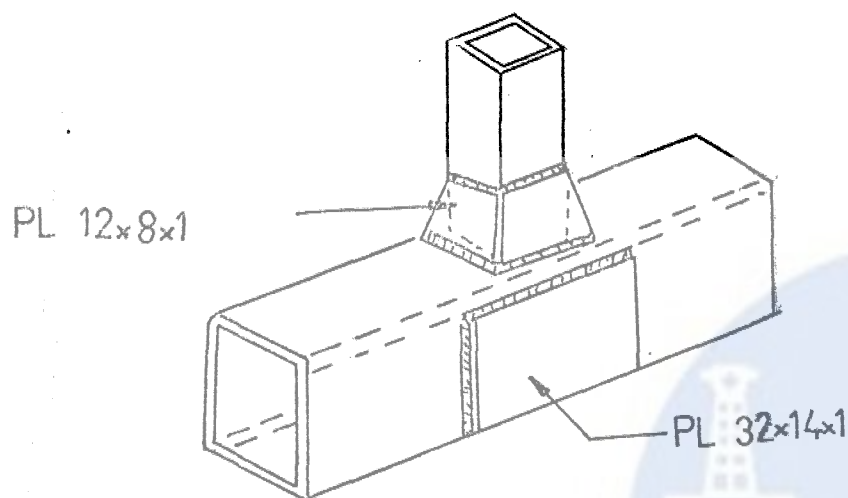
شکل (۴-۱۵) - اتصال T با تقویت کلی



JOINT 6

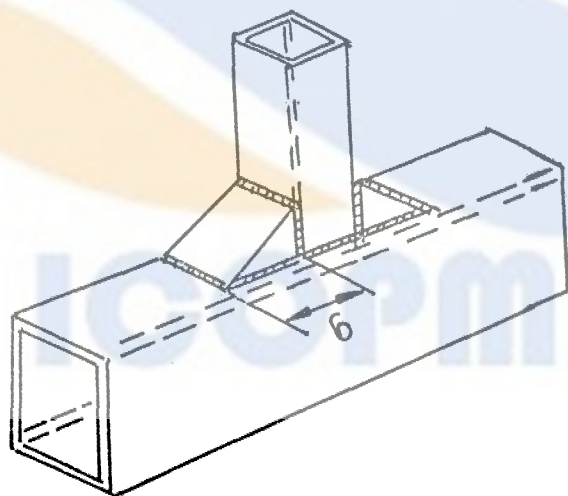
CONCRETE

شکل (۴-۱۶) - اتصال T پر شده از بتن



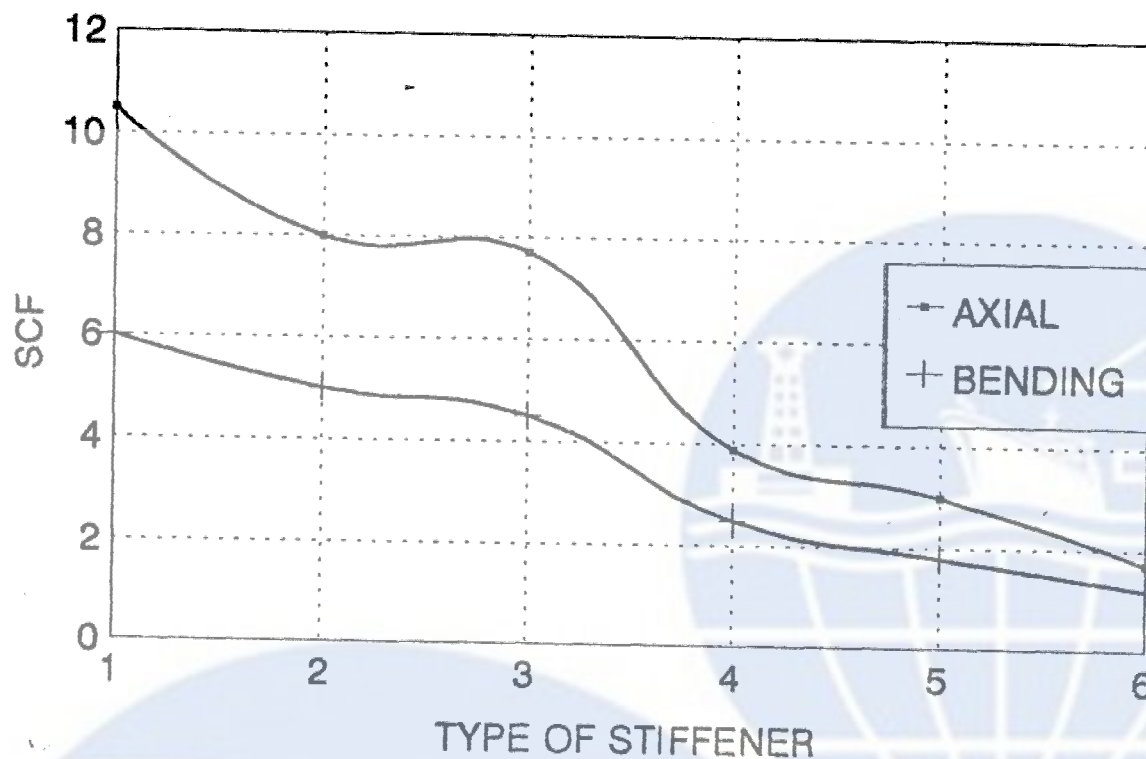
**JOINT 7**  
**BRACE & SIDE**

شکل (۴-۱۷) - اتصال T با تقویت روی عضو فرعی و اصلی



**JOINT 8**  
**HAUNCH**

شکل (۴-۱۸) - اتصال T با تقویت ماهیچه‌ای



$B=0.5 \quad D/2T=8 \quad L/D=6.25$

شکل (۴-۱۹) - اثر تقویت اتصال در ضریب تمرکز تنش

1-WITHOUT STIFFENER

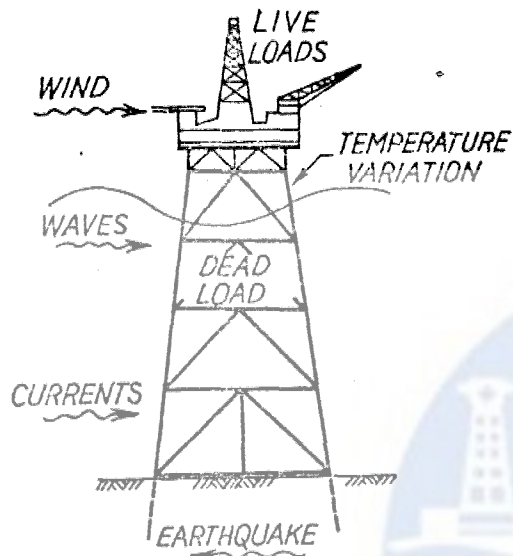
2-BRACE STIFFENER

3-SIDE STIFFENER

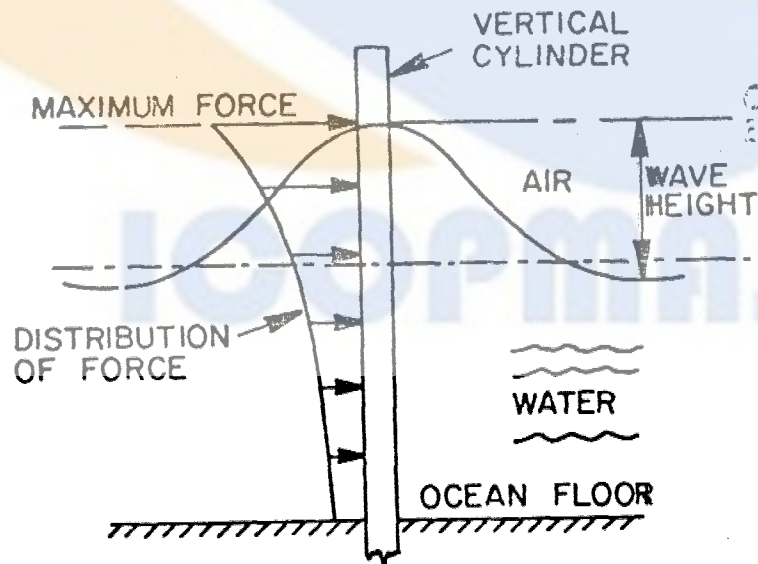
4-FLANGE STIFFENER

5-FLANGE+SIDE+BRACE STIFFENER

6-CONCRETE



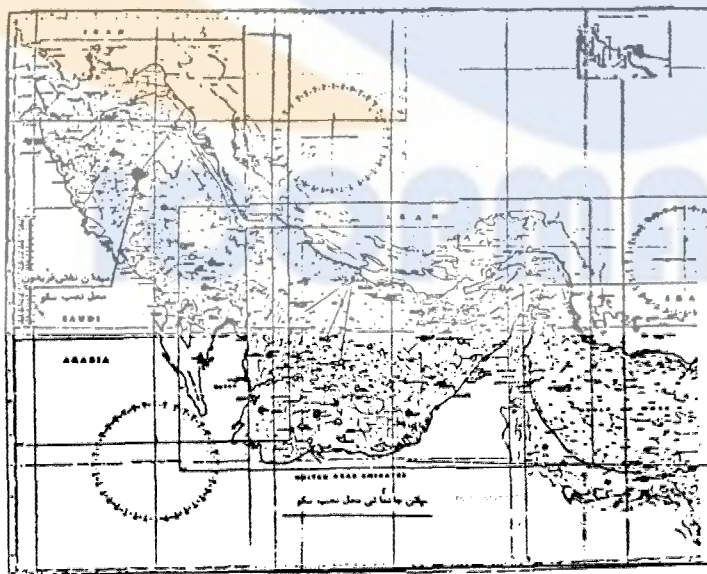
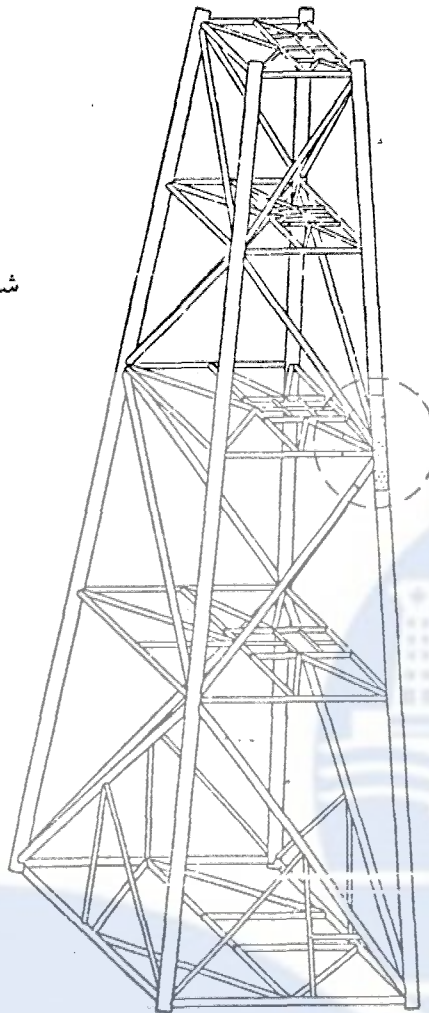
شکل (۵-۱) - بارهای اصلی موثر بر یک سکوی دریایی



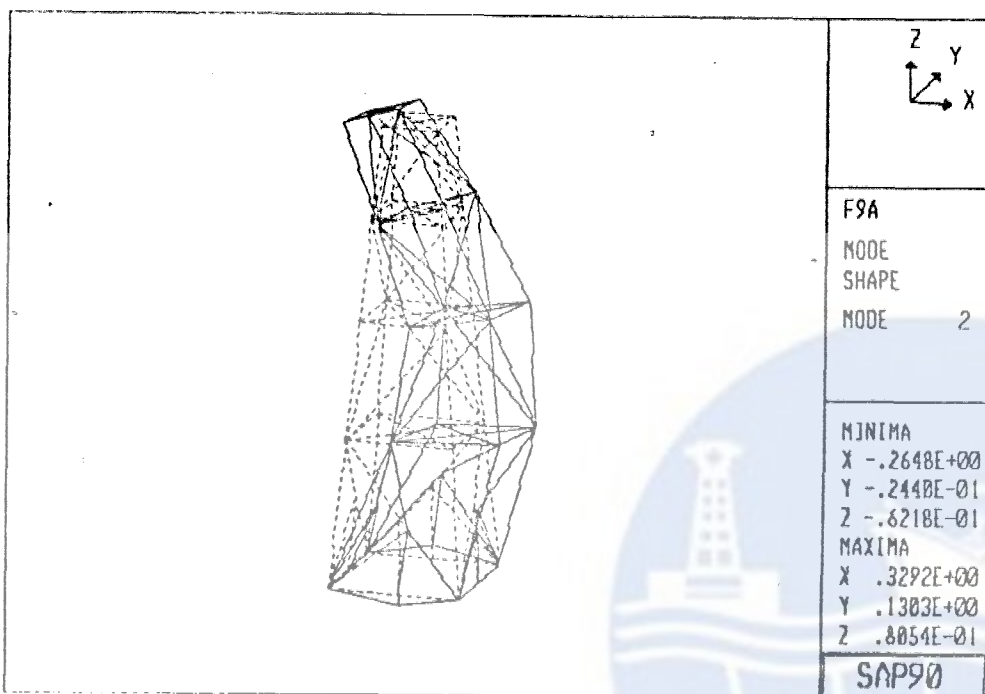
شکل (۵-۲) - نیروهای موج با توجه به تئوری مورسیون



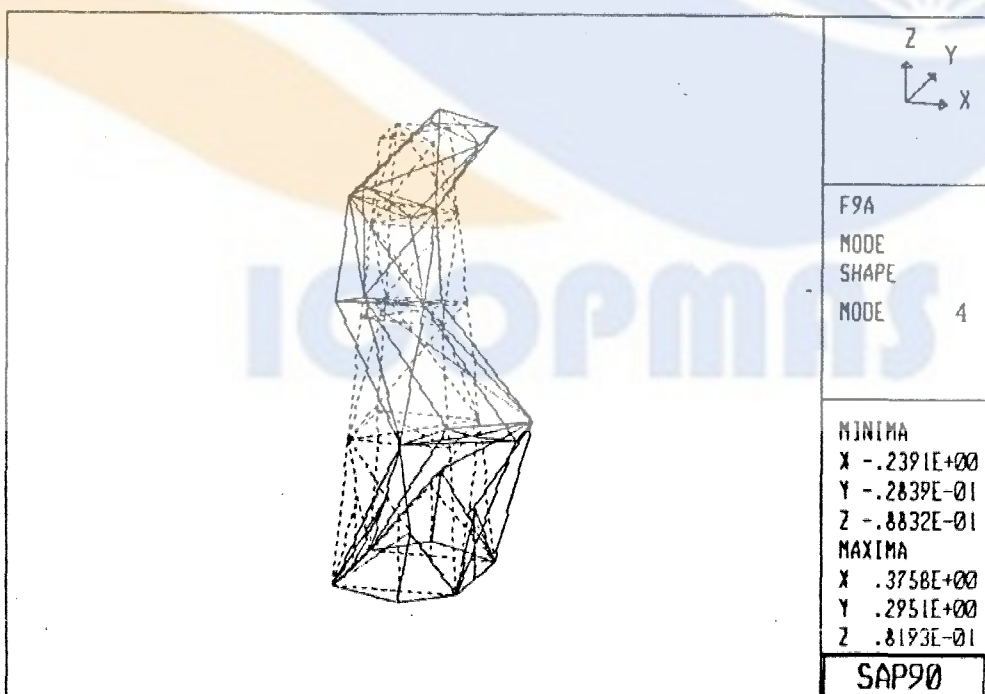
شکل (۳-۵) - سکوی F9A



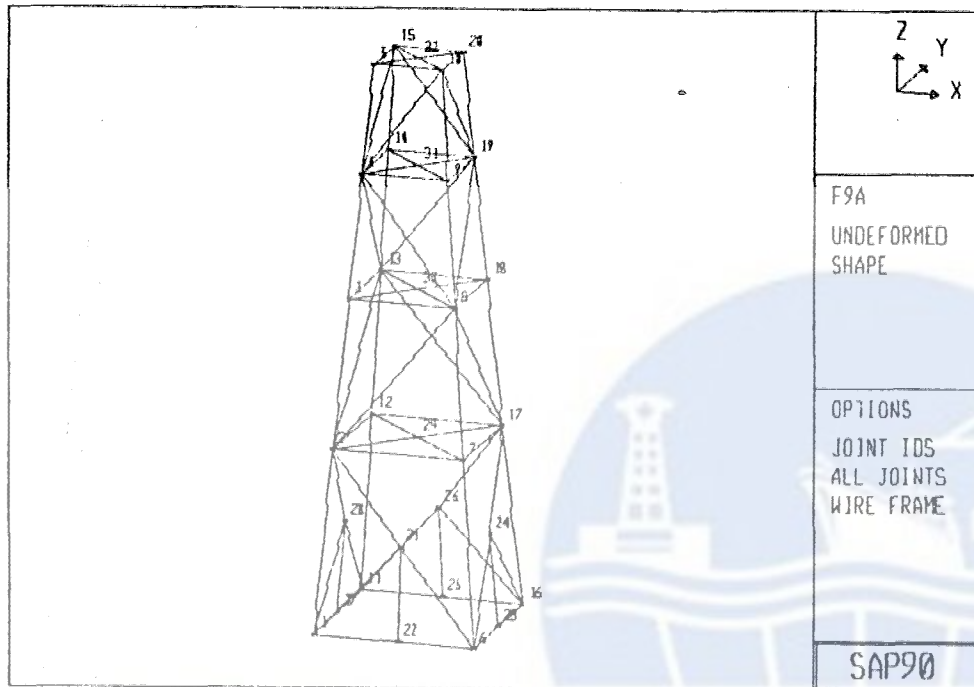
شکل (۴-۵) - موقعیت سکوی F9A



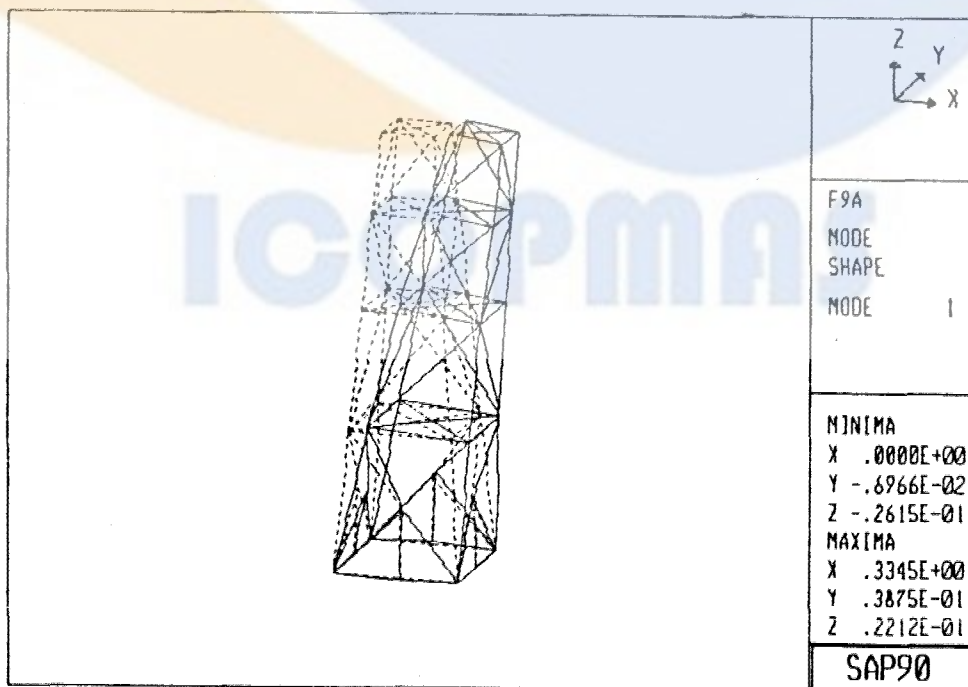
شکل (۵-۵) - فرم تغییر شکل یافته سکوی F9A - مد دوم



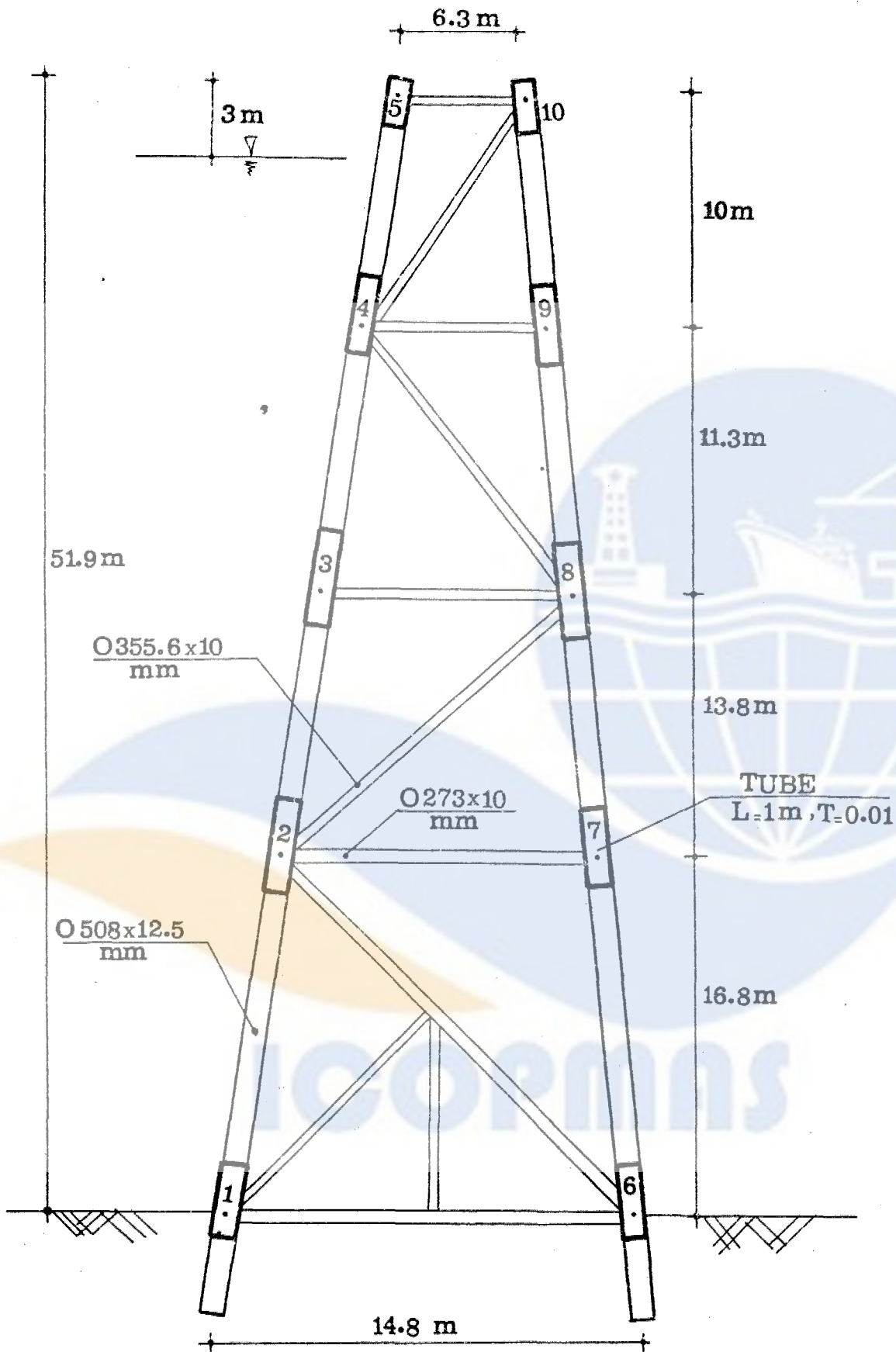
شکل (۵-۶) - فرم تغییر شکل یافته سکوی F9A - مد چهارم



شکل (۵-۷) - فرم تغییر شکل نیافته سکوی F9A

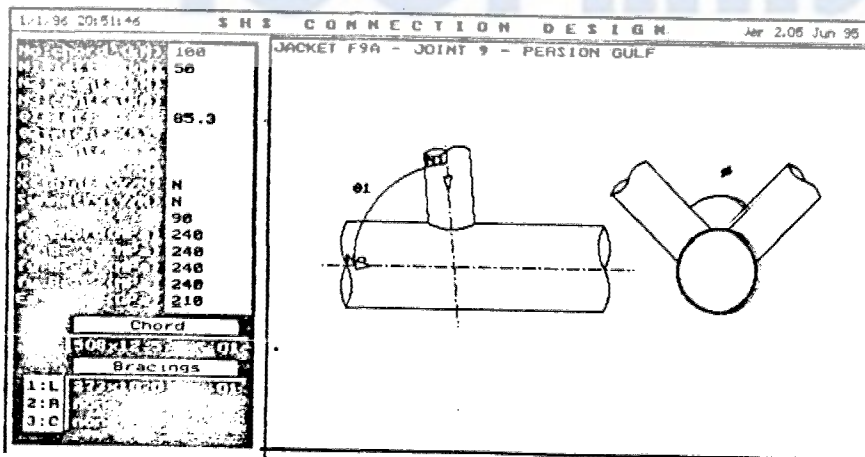
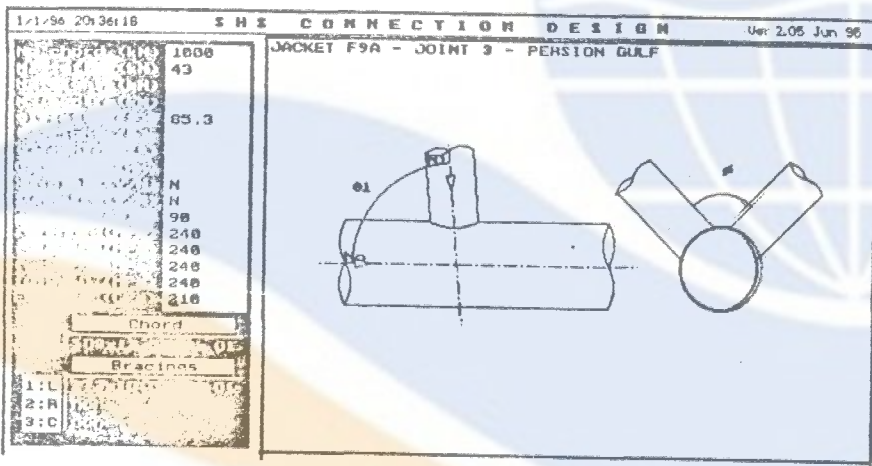
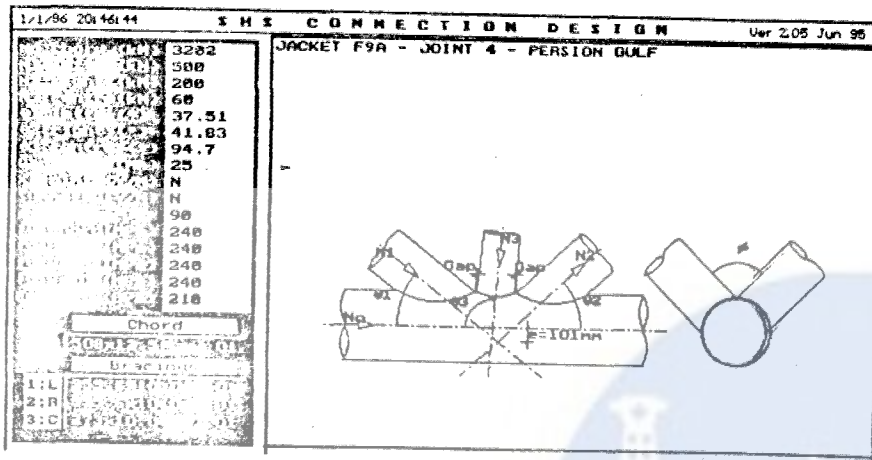


شکل (۵-۸) - فرم تغییر شکل یافته سکوی F9A - مد اول

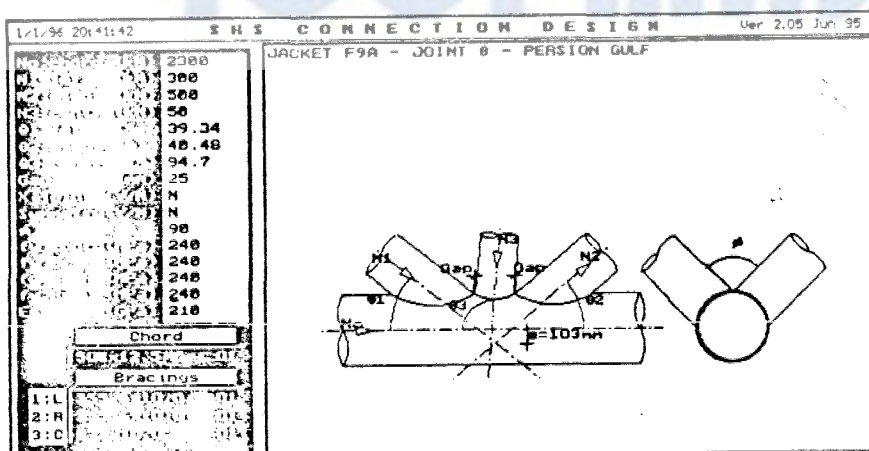
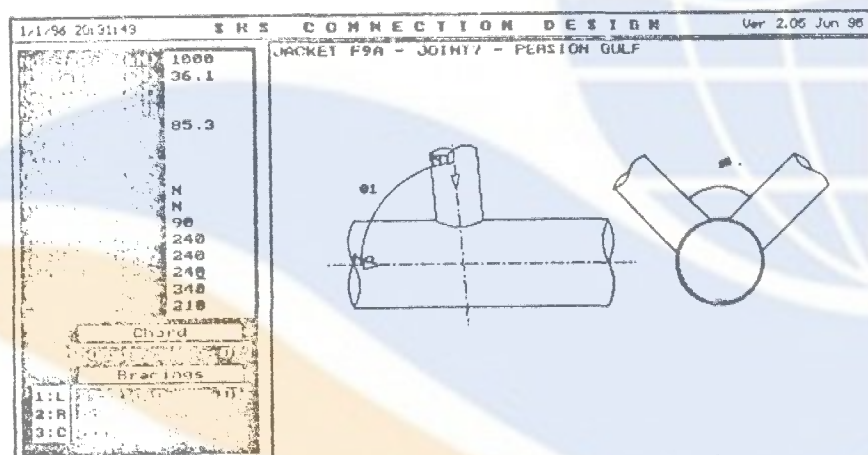
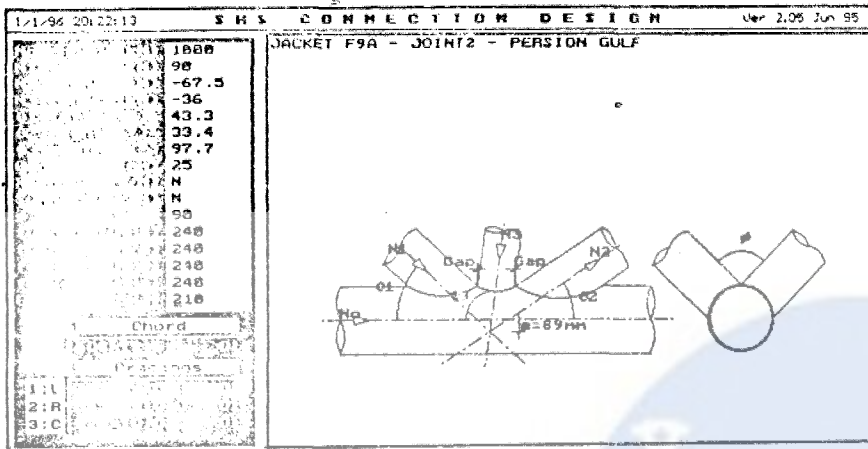


**JACKET - F9A**  
**PERSIAN GULF**

شکل (۵-۹) - طرح نهایی سکوی F9A



شکل (۵ - ۱) - طراحی اتصالات 9, 3, 4 در سکوی F9A با برنامه کامپیوتری PROKON



شکل (۵-۱۱) - طراحی اتصالات 2، 7، 8 در سکوی F9A با برنامه کامپیوتری PROKON

# **Analyzing and Designing T and K-Type Connectors in Structures Consisted of Pipe-Shaped Parts and Case Study of F9A Offshore Platforms in Persian Gulf**

M. Chubdar Tusi, Eng. – Sh. Malek, Ph.D.

Engineering Faculty – Tehran University

## **Abstract**

The T and K-type pipe connectors are being vastly used in plate and space frame truss, energy transportation towers, metal sources and maritime platforms, in this article, by using the limited parts method, the parametric analysis of T and K-type connectors with square sections under axial and flexural charges within the plates were considered. The limited solid parts were used for modeling the welds, and the limited shell parts were used for modeling the other connector areas. In a parametric survey, 17 cases of the T-type and 24 cases of the K-type connectors were meticulously studied. The results of these analyses were the achievement of 19 mathematical formulae, which indicates the shock centralization ratio regarding the connector's geometrical parameters. The accuracy of these equations was surveyed, using statistics software, and some precise results were obtained. In order to lower the shocks' centralization and to improve the behavior of the T-type connectors, they were reinforced with reinforcing concrete or plates and the effects of the mentioned reinforcements on the shock centralization ratio were studied. The rationale of designing the limit condition was described based on the CIDECT and AWS regulations, and at the same time the effects of changing the angle inhibitory part of the Y-type connector and the gap between two subsidiary part of the K-type connector on the final strength of the mentioned connectors were discussed through the PROKON software. The completely 3D non-linear Elasto-plastic analysis of the T-type connectors was performed in order to predict its final strength. The thickness effect of the chord part on the final strength of the T-type

connectors was studied under the axial charging pressure and in this regard, a mathematical equation was obtained. The mentioned mathematical equation was compared to the data of the valid global regulations and a favorable conformity was achieved. The LUSAS software was used in the non-linear and the elastic buckling analysis of the T-type connectors. A fixed offshore platforms F9A was analyzed and simulated at the Foruzan Oil Field at the Persian Gulf using the PROKON software.

**Keywords:** Persian Gulf; T & K-type connectors, pipe structures

