تصميم الوصلات ذات المسامير

Rivets

تصميم آلات ومعدات

قسم المكائن والآلات الزراعية – المرحلة الثالثة

2018-2017

الوصلات ذات المسامير

1. مقدمة

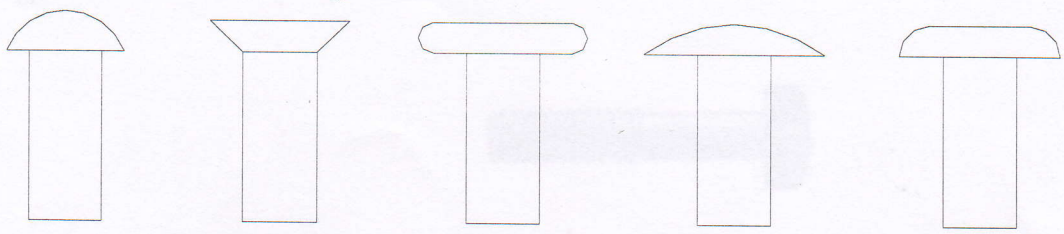
ترتبط الأعضاء مع بعضها البعض أو مع ألواح الربط أو ألواح التجميع لتكون في مجموعها المنشأ المطلوب إنشائه. و تستخدم هذه الوصلات عند وصل قطعتين طوليا للحصول على طول أطول أو للحصول على مقطع أكبر أو تقوية مقطع و كذلك لوصل عضو إنشائي بعضو آخر أو مجموعة أعضاء، و يتم الربط في الغالب بإحدى الوسائل الآتية :

- الوصلات بواسطة مسامير البرشام Riveted Connection
- مسامير القلاووظ (الصامولة) Bolted Connection
- اللحام Welded Connection

2. أنواع المسامير و الصواميل و درجاتها

I - مسامير البرشام Rivets

تصنع مسامير البرشام من أسياخ الحديد المطاوع و يتكون المسمار من رأس مستدير Round Head و جذع المسمار Shank و قد يكون رأس المسمار مسطحا أو غاطسا Counter Sunk (الشكل 5.1) و قد تكون أقطار المسامير عادة هي : 14، 17، 20، 23، 26، 30، 33، 36 مم و تستخدم في المنشآت المسامير ذات الأقطار 14، 17، 20 مم و في الكباري (الجسور) أقطار 23، 26 مم.



الشكل **5.1**: أنواع رؤوس مسامير البرشام

و تنقسم عملية البرشام إلى الخطوات التالية :

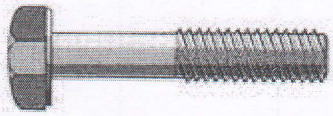
1 - عمل ثقوب للألواح أو الأضلاع المراد ربطها و يتم ذلك بإحدى الطريقتين: بالخرق المباشر أو بالتثقيب.

2 - تشكيل رأس المسمار Closing the rivet head

بعدما يتم عمل ثقوب في الأعضاء، يسخن المسمار حتى الاحمرار و يدخل في الثقب المجهز في الأعضاء و يسند رأس المسمار من طرف و يدق الرأس الآخر و تتم عملية الدق إما بطريقة يدوية أو بالطرق الميكانيكية و بملء الثقب بالمسمار و عندما يبرد المسمار ينكمش و يولد قوة ضغط على الأعضاء المربوطة و يتعرض المسمار لقوة شد معادلة لقوة الضغط.

II – مسامير قلاووظ (الصامولة) Bolts

يتكون مسمار قلاووظ (الصامولة) من مسمار له رأس مربعة أو مسدسه (الشكل 5.2) و نهاية المسمار مسننة (Thread) و تدور بها صامولة Nut و توضع ورق Washer لحماية الأعضاء اثناء الربط.



الشكل 5.2 : مسمار قلاووظ.

و مسامير الصامولة (قلاووظ) ثلاثة أنواع :

أ - مسامير قلاووظ (صامولة) سوداء Black Bolts

تصنع من أسياخ صلب 37 وهي غير دقيقة الصنع و تستخدم فقط في أعمال التركيبات المؤقتة و ثقب المسمار يكون أوسع من المسمار بحوالي 2 مم.

ب - مسامير قلاووظ (صامولة) عادية Turned Bolts

تصنع من صلب 37 أو صلب 52 عالي المقاومة و تستخدم في معظم الأعمال الإنشائية و سطحها منتظم و هي دقيقة الصنع.

جـ - مسامير قلاووظ (صامولة) عالية المقاومة High Strength Bolts

تستخدم في الأعمال الإنشائية الدائمة و يكون ثقب المسمار أوسع من المسمار بحوالي 0.3 مم.

3. توزيع المسامير فى الوصلات

1 - الوصلات المبرشمة

يجب الأخذ بعين الاعتبار بعض الفرضيات و هي :

- نفرض أن الحمل المنقول بالوصلة يوزع بالتساوي على كل مسامير البرشام.
- القوة المنقولة بالقص على القطاع للمسمار موزعة بالتساوي على مقطعه.

أنواع وصلات المسامير المبرشمة **Types of Riveted Joints**

هناك نوعان من وصلات المسامير المبرشمة:

- وصلة تراكب (الوصلة المفردة) Lap Joint
- وصلة تقابل (الوصلة المزدوجة) Butt Joint

أ) وصلة تراكب (الوصلة المفردة) Lap Joint

هذا النوع من الوصلات يعتبر الأبسط و فيه تربط صفيحة معدنية على الأخرى بواسطة المسامير المبرشمة إذا كان صفاً واحداً من الوصلات المبرشمة تسمى وصلة تراكب مفردة البرشمة Single riveted lap joint أما إذا كان صفين من الوصلات المبرشمة فالوصلة تسمى وصلة تراكب مزدوجة البرشمة Double riveted lap joint و هكذا. المسافة بين مركزي كل مسمارين مبرشمين مجاورين تسمى الخطوة Pitch.

ب) وصلة تراكب (الوصلة المزدوجة) Butt Joint

في الوصلة المزدوجة يوضع العضوان على مستوى واحد و يرتبطان ببعضهما البعض بواسطة لوح تجميع من جانب واحد أو من جانبين.

4. تصميم الوصلات المعرضة لقوى قص

عند تصميم الوصلات مبرشمة فإنه يؤخذ في الأعتبار القيمة الدنيا لكل من :

- مقاومة القص في المسمار(إجهاد القص المسموح به لحديد رقم 37 تساوي $0.98\ t/cm^2$)
- مقاومة الأرتكاز بين اللوح و المسمار ($f_b=1.96\ t/cm^2$)
- مقاومة الشد للضلع المربوط

وعليه فأنه عند تصميم الوصلة المبرشمة فإنه يحسب كل من مقاومة المسمار للقص والأرتكاز ومقاومة اللوح للشد (في حالة الشد) ونختار أصغر القيم الثلاثة.

1- مقاومة القص في المسمار

يقاوم المسمار الحمل المنقول له بإحدى الطريقتين :

أ - القص المفرد

و يحدث عندما يقاوم المسمار الحمل المنقول له على مستوى واحد.

ب - القص المزدوج

و يحدث عندما يقاوم المسمار الحمل المنقول له مستويين و يحسب مقاومة المسمار في القص المفرد بفرض ان مساحة مقطع المسمار تتحمل بالتساوي اجهاد القص المسموح به لمادة المسمار.

$$q_{s.s} = 0.98 \text{ t/cm}^2$$

$$R_{s.s} = A \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot q_{s.s}$$

مثال/ فإذا كان قطر المسمار 20 مم فإن مقاومة المسمار للقص المفرد تكون :

$$R_{s.s} = A \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{2.0^2}{4} \cdot 0.98 = 3.077 \text{ t}$$

و تكون مقاومة المسمار للقص المزدوج :

$$R_{D.s} = 2\,A \cdot q_{s.s} = 2 \cdot R_{s.s} = 2 \times 3.077 = 6.15 \text{ t}$$

2- مقاومة الأرتكاز بين المسمار و اللوح المربوط

يكون سطح التلامس بين المسمار و اللوح المربوط نصف اسطواني و يكون إجهاد الأرتكاز بين جذع المسمار و اللوح المربوط ذا قيمة عظمى في المنتصف و تصل إلى إجهاد الخضوع و يمكن تقريب التوزيع الحقيقي للإجهادات بتوزيع منتظم ذا قيمة ثابتة على مسقط قطر المسمار و التي لا يجب ان تتعدى حدود إجهاد الأرتكاز f_b المنصوص عنها لنوع الصلب المستعمل.

و تكون مقاومة المسمار للأرتكاز على اللوح R_b هي حاصل ضرب اجهاد الأرتكاز في سطح التلامس بين المسمار و اللوح

$$R_b = A \cdot f_b = t \cdot d \cdot f_b$$

مثال/ فإذا كان سمك اللوح 12 مم و قطر المسمار 20 مم فإن مقاومة الأرتكاز تكون :

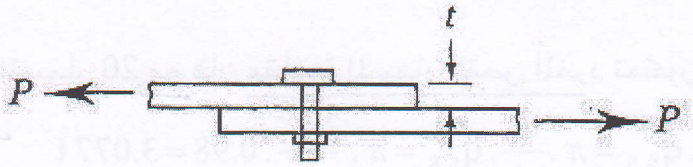
$$= fb = 2.0 \times 1.2 \times 1.96 = 4.70 \text{ t}$$

أما إذا كانت الألواح المربوطة مختلفة السماكات فإن اقلها هو الذي يؤخذ في الأعتبار لتحديد مقاومة الوصلة.

مثال :

أوجد عدد المسامير في الوصلة المبينة على الشكل 5.3 إذا كانت :

$T = 14\ t\ ,\ t = 12\ mm\ ,\ d = 20\ mm$



الشكل 5.3 : وصلة ذات مسامير (قص مفرد).

الحل :

نلاحظ من خلال هذه الحالة أن المسمار يقاوم القص على مستوى واحد فقط أي انه قص مفرد

(1) فنحسب قيمة المقاومة للقص المفرد :

$$q_{s.s} = 0.98\ t/cm^2$$

$$R_{s.s} = A \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot q_{s.s}$$

$$R_{s.s} = A \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot q_{s.s} = \pi \cdot \frac{2.0^2}{4} \cdot 0.98 = 3.077\ t$$

(2) ثم تحسب مقاومة الارتكاز بين المسمار و اللوح :

$$R_b = A \cdot f_b = t \cdot d \cdot f_b = 2.0 \times 1.2 \times 1.96 = 4.70\ t$$

(3) و نختار القيمة الأصغر لتعبر عن المقاومة الدنيا للمسمار :

$$R_{min} = Min\,(R_{s.s}\ ,R_b) = Min\,(3.07\ ,4.70) = 3.07\ t$$

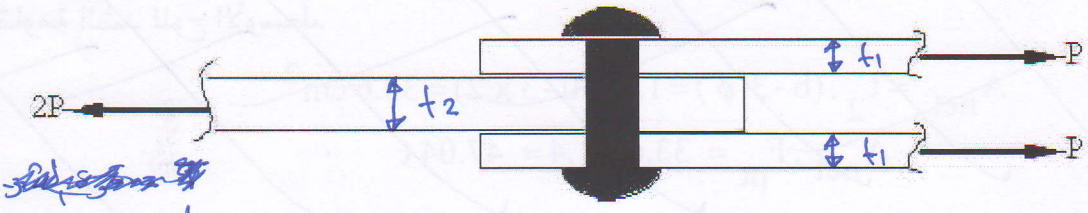
و على هذا نقسم قوة الشد المنقولة على المقاومة الدنيا للمسمار الواحد ينتج عدد المسامير اللازمة:

عدد المسامير يساوي :

$$n = \frac{T}{R_{min}} = \frac{14}{3.07} = 4.5 = 5 \text{ Rivets}$$

مثال :

أوجد أقصى تحمل للوصلة المبينة على الشكل 5.4 إذا كانت :

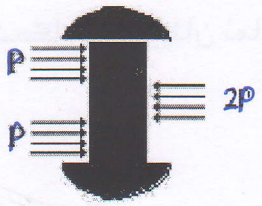


الشكل 5.4 : وصلة ذات مسامير (قص مزدوج).

t_1=12 mm , t_2=14 mm , d=20 mm , n=9 Rivets

الحل :

المسمار في هذه الحالة يقاوم القص على سطح مقطعيه أي انه قص مزدوج فيحسب القص المزدوج (الشكل 5.5).



الشكل 5.5 : توزيع القص على المسمار.

$$R_{D.S} = 2\,A\,.\,q_{s.s} = 2\,\pi\,.\,\frac{d^2}{4}\,.\,q_{s.s} = 2\,\pi\,.\,\frac{2.0^2}{4}\,.\,0.98 = 6.15\,t$$

و لحساب مقاومة الارتكاز للمسمار فإننا نحسب مقاومة المسمار على اللوح الأوسط فقط حيث سمكه 1.4 cm اقل من مجموع سمكي اللوحتين الأول و الثالث

$$= R_{b2}\,t_2\,.\,d\,.\,f_b = 1.4 \times 2 \times 1.96 = 5.48\,t$$

$R_{min} = Min(R_{D.S}, R_b) = Min(6.15, 5.48) = 5.48t$

$= n * R_{min} = 9 * 5.48 = 49.32t$