أحمال الصدم

Impact Loading

مقدمه

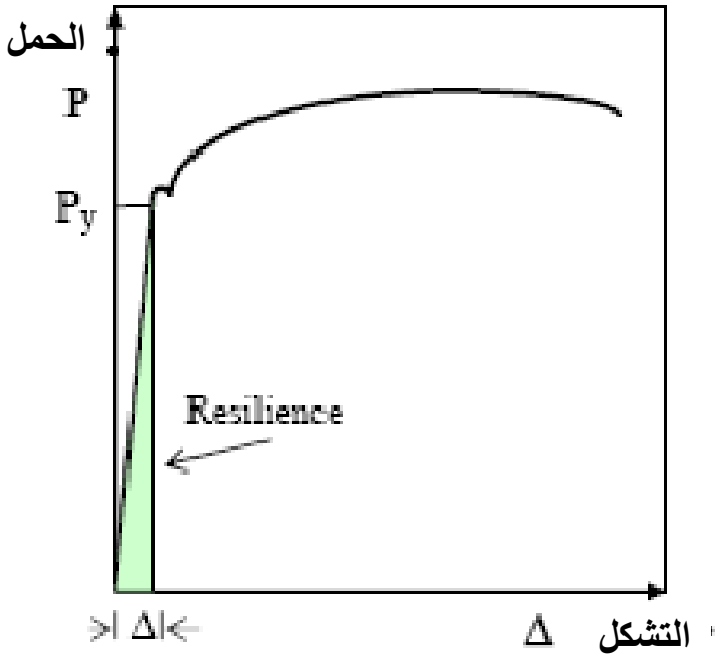
تؤثر أحمال الصدم على المنشآت بصور مختلفة وعديدة نذكر منها الأحمال المتحركة بسرعة مثل تلك المتولدة نتيجة مرور القطارات على الكبارى أو سقوط الأحمال من إرتفاعات مختلفة أو تأثير الأحمال فجائياً مثل الإنفجارات وهكذا. وعموماً فإن أحمال الصدم ينتج عنها إجهادات وإنفعالات كبيرة جداً إذا ما قورنت بنظيرتها الناتجة من تأثير نفس الأحمال ولكن بصورة إستاتيكية. فإذا وضعت مسماراً فى إتجاه رأسى مرتكزاً على لوح من الخشب ثم أمسكت مطرقة بحيث يرتكز ثقلها لفترة من الوقت على رأس المسمار فإن ذلك لايؤدى إلى إختراق المسمار للوح الخشبى حتى لو إستمر الثقل لعدة أيام مرتكزاً على المسمار. أما إذا طرقت بالمطرقة على رأس المسمار سوف تجد أنه ينغرس بسهولة داخل اللوح الخشبى. ويتوقف تأثير حمل الصدم على قيمة الطاقة التى تسبب حدوث التشكلات به ولذلك فإن البيانات المطلوبة فى مسائل التحميل بالصدم تستلزم ضرورة الإلمام بالكيفية التى يقاوم بها هذا التحميل.

- The assumption of calculating such maximum stress are:

1- The weights of the member and flange are neglected.
2- The stresses remains in the elastic range.
3- No energy losses during impact.

الرجوعيه المرنه Elastic Resilience

الرجوعية المرنة هى أقصى طاقة يتحملها الجسم ثم يرجعها ثانية ويعود إلى أبعاده الأصلية عند إزالة التحميل أى أن هذه الطاقة تكون فى حدود المرونة فقط. وتؤخذ من منحنى الحمل والتشكل حيث تساوى مساحة المثلث الواقع تحت الخط المستقيم فى المنحنى بالشكل (١)



شكل (١) الرجوعيه

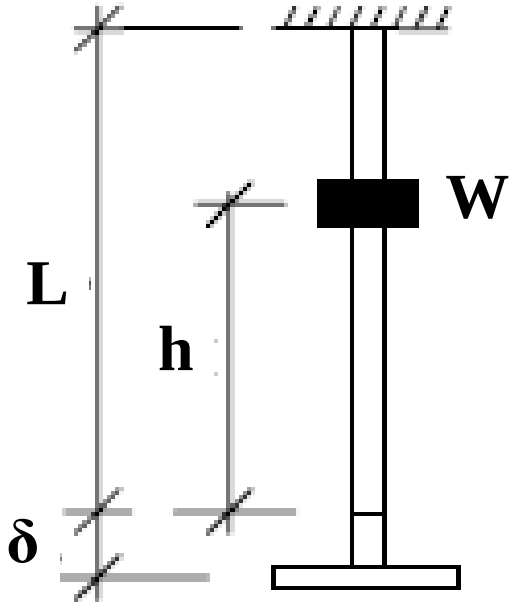
ويكون معاير الرجوعية المرنة Modulus of Elastic Resilience مساوياً لمقدار الرجوعية لوحدة الحجوم من العينة المختبرة. وتؤخذ من منحنى الإجهاد والأنفعال حيث تساوى مساحة المثلث الواقع تحت الخط المستقيم فى المنحنى.

$$\text{الرجوعيه} \leftarrow U = \tfrac{1}{2} P_{PL} \Delta$$

$$\text{معاير الرجوعيه} \leftarrow U/AL = \tfrac{1}{2} \sigma \varepsilon$$

١- إجهادات الشد أو الضغط الصدمي في حدود المرونة

إذا تعرض قطيب طولة "**L**" ومساحة مقطعة "**A**" كما فى شكل (٢) إلى حمل شد محورى ديناميكى له طاقة قيمتها "**U**" فإنة يحدث له استطالة قيمته **δ**. فإذا كانت **P** هى الحمل الاستاتيكى المكافئ (أى الحمل الذى يُحدث إستاتيكياُ نفس الإستطالة التى يُحدثها حمل الصدم) فإن:



شكل (٢) الأحمال الساقطه

الطاقه الداخليه = الطاقه الخارجيه

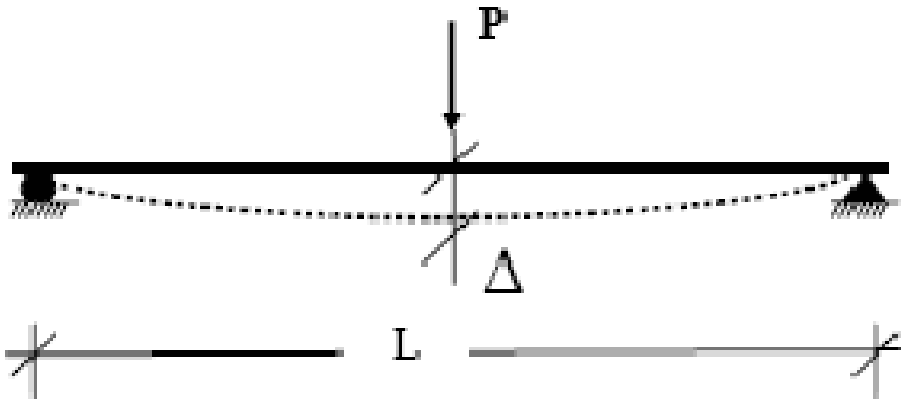
U = الرجوعيه

W (h+ δ) = ½ P. δ

٢- إجهادات الإنحناء الصدمي في حدود المرونة

إذا تعرض كمره بسيطه Simple Beam مساحة مقطعها **"A"** وبحرها **"L"** كما فى الشكل إلى حمل طاقه يؤثر في منتصف البحر يتسبب عنه سهم إنحناء في منتصف الكمره مقداره **"δ"**.

فإذا كانت **P** هى الحمل الاستاتيكى المكافئ (أى الحمل الذى يُحدث سهم إنحناء يساوي **δ** ايضا فإن:



شكل (٢) حالة كمره مرتكزه إرتكازا بسيطا

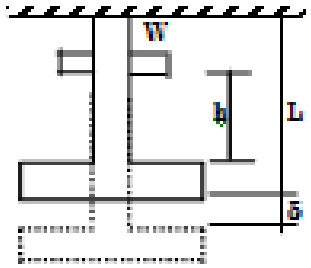
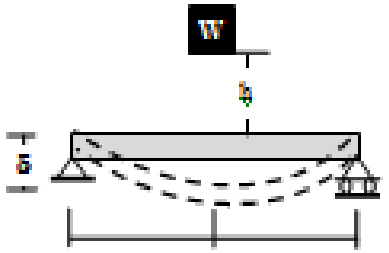
$$\sigma = M.Y/I = PLY/4I$$

$$\delta = PL^3/48EI$$

الطاقه الداخليه = الطاقه الخارجيه

الرجوعيه

$$U = \tfrac{1}{2} P.\delta$$

		Axial Impact (Tension)	Bending Impact
			
Static stress(σ_{st})		$\frac{P}{A_o}$	$\frac{M.Y}{I}$
Static deformation (δ_{st})		$\frac{PL_o}{EA_o}$	$\frac{PL^3}{48EI}$
Energy (U)		$\frac{\sigma^2 (A_oL_o)}{2E}$	$\frac{\sigma^2 (A_oL_o)}{6E}\left(\frac{I}{A_oy^2}\right)$
Impact factor	For impact	$1+\sqrt{1+\left(\frac{2h}{\delta_{st}}\right)}$	
	For sudden load	h = 0 Impact factor = 2 $\sigma_d = 2\sigma_{st}$	
	For gradually applied load	Impact factor = 1	
Dynamic stress(σ_d)		$\sigma_d = \sigma_{st}$ x Impact factor	
Dynamic deformation (δ_d)		$\delta_d = \delta_{st}$ x Impact factor	
Dynamic strain (ε_d)		$\varepsilon_d = \sigma_d / E$	

ملاحظات هامة:

$\frac{I}{A_o y^2}$ = $^1/_4$ for circular cross section & $^1/_3$ for square or rectangular

Standard Impact Tests إختبارات الصدم القياسيه

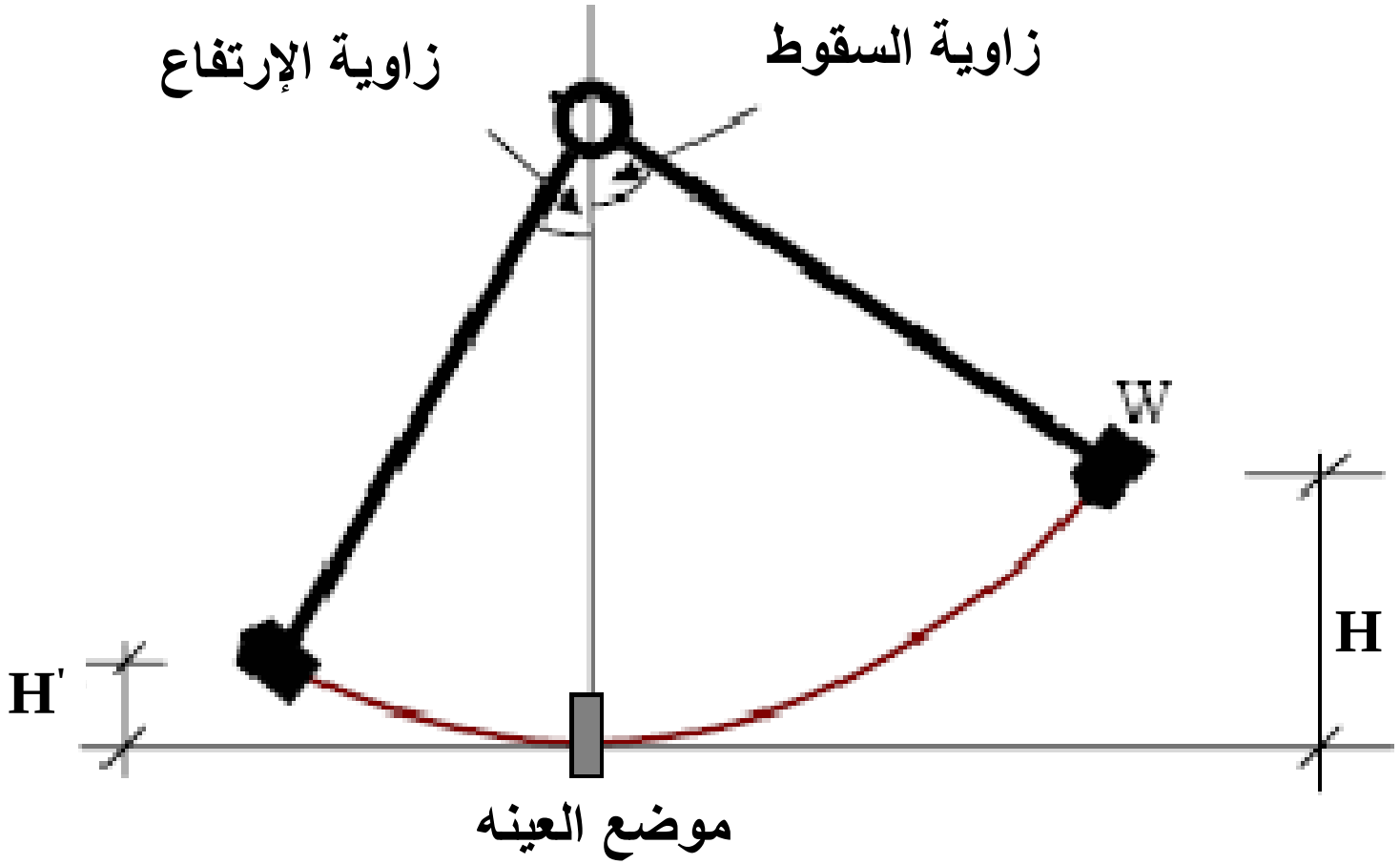
الغرض من الإختبار

دراسة مقاومة المعادن لقوى الصدم ومقارنة تلك المقاومة لعينات إختبار من مواد مختلفة. وتعتبر الطاقة التى تكسر العينات المختبرة هى أساس لمقارنة المواد بعضها البعض من وجهة تحملها لقوى الصدم.

فكرة الإختبار

يعتبر إختبارى أيزود **"Izod"** وتشاربى **"Charpy"** هما الإختباران الأساسيان فى الصدم وفيهما يؤثر حمل الصدم **W** على العينة من ثقل متأرجح من إرتفاع **H** فيكون مساره دائرة.

وعند إصطدامه بالعينة المحزوزة يصعد إلى إرتفاع آخر **H'**. فتكون الطاقة المستعملة فى كسر العينة = **W (H-'H)** كج.متر أو باوند.قدم



الفكره العامه لإختبار الصدم

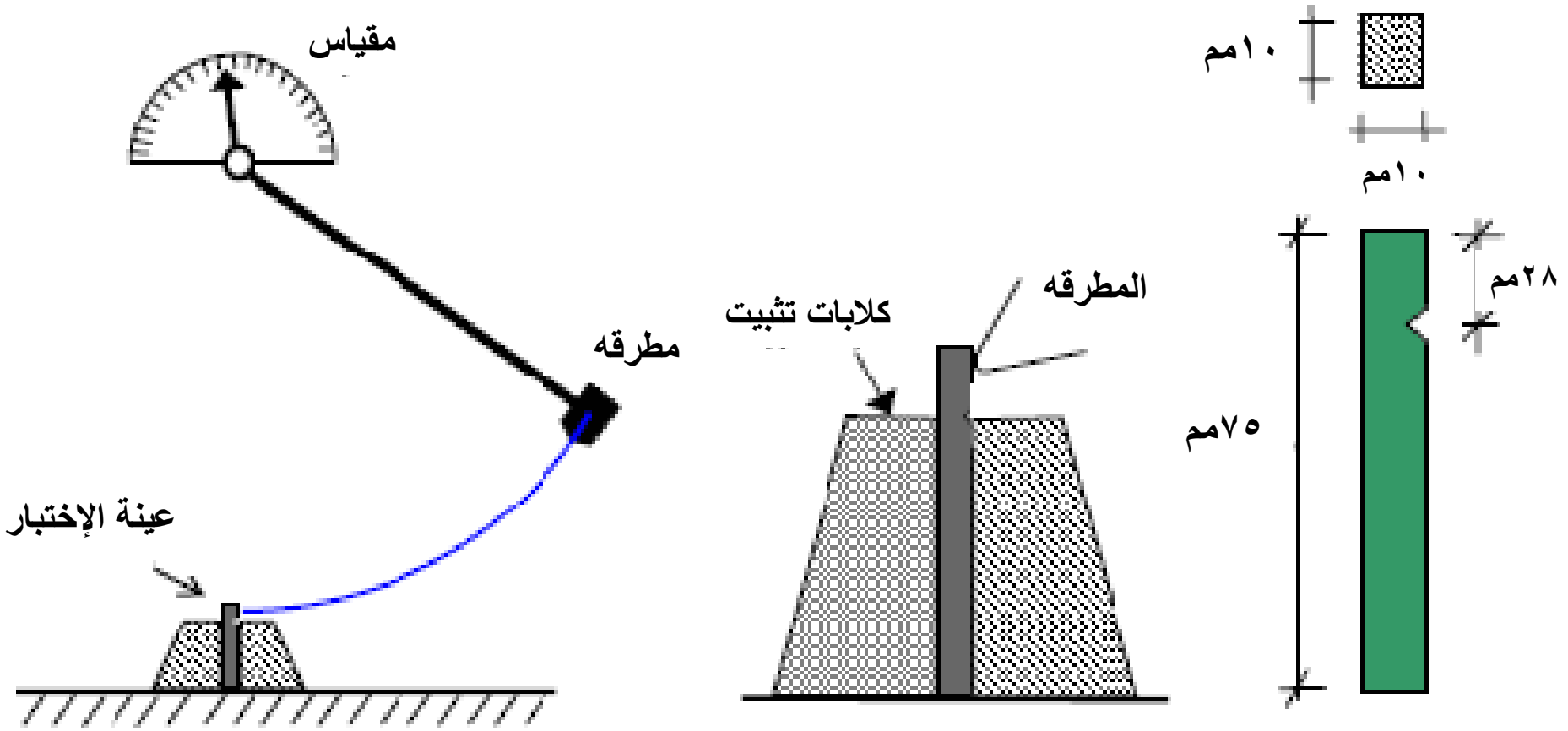
❑ إختبار أيزود Izod

قطعة الإختبار: تكون ذات مقطع مربع الشكل ١٠مم **×** ١٠مم أو مستديره بقطر ١١,٤مم (مساحتها تقريبا ١٠٠مم^{٢}).

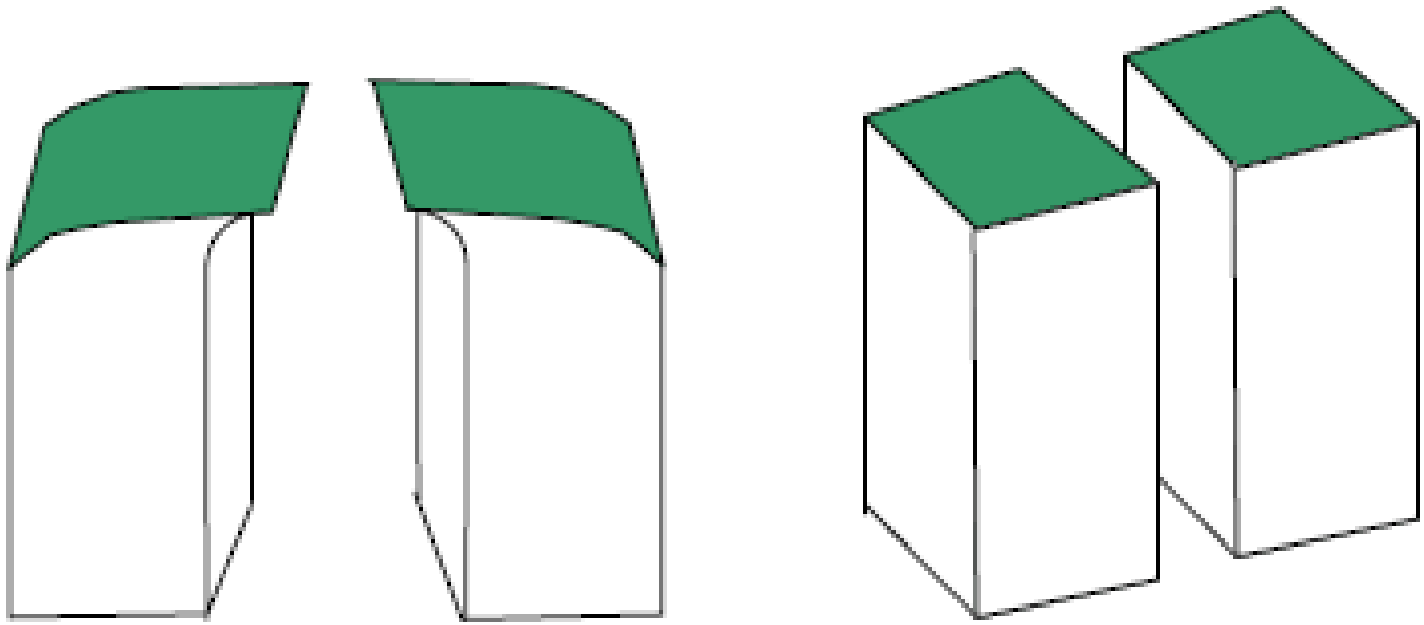
تثبيت العينة: تثبت رأسيا ثم تعرض لصدمة واحدة تؤثر عند موضع محدد على العينة المحزوزة. وتثبت بحيث يكون قاع الحز فى مستوى السطح العلوى لكلابات التثبيت كما بشكل (٣).

طريقة إجراء الإختبار:

تثبت قطعة الإختبار فى الوضع الصحيح فى ماكينة الإختبار مع مراعاة أن يكون المحور الطولى لقطعة الإختبار فى مستوى تأرجح مركز ثقل المطرقة وأن يكون مستوى تماثل الحز فى نفس مستوى الوجه العلوى للكلابات. وتعد الماكينة للإختبار بضبط مؤشرها على التدريج المقابل للموضع الإبتدائى للمطرقة. ثم يطلق البندول حرا ليتأرجح فتصدم مطرقتة قطعة الإختبار وتكسرها أو تثنيها ويمر متأرجحا إلى الجهة الأخرى من قطعة الإختبار حتى تصل المطرقة إلى الوضع النهائى وحينئذ تدل القراءة التى يبينها المؤشر لهذا الوضع على مقدار الطاقة التى بذلت فى ثنى أو كسر قطعة الإختبار. ويلاحظ أن المعدن القصيف تنكسر عينته تماماً بدون حدوث إنثناء أو تشوهات عند الكسر أما المعدن المطيل فتنكسر عينته مع حدوث إنثناء مصاحب للكسر كما فى شكل (٤).



شكل (٤) إختبار الصدم بطريقة أيزود

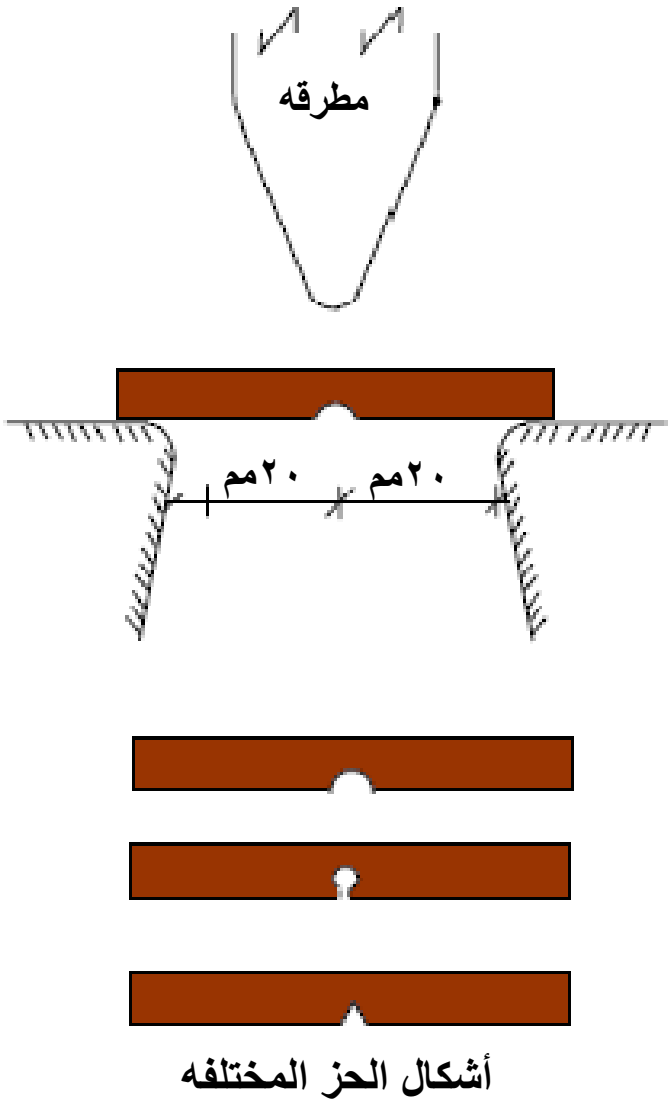


ماده قصفه (لا يحدث بها تشوهات)　　ماده مطيله (يحدث بها تشوهات)

شكل (٤) شكل الكسر في المعادن القصفه والمعادن المطيله

❑ إختبار تشاربي Charpy

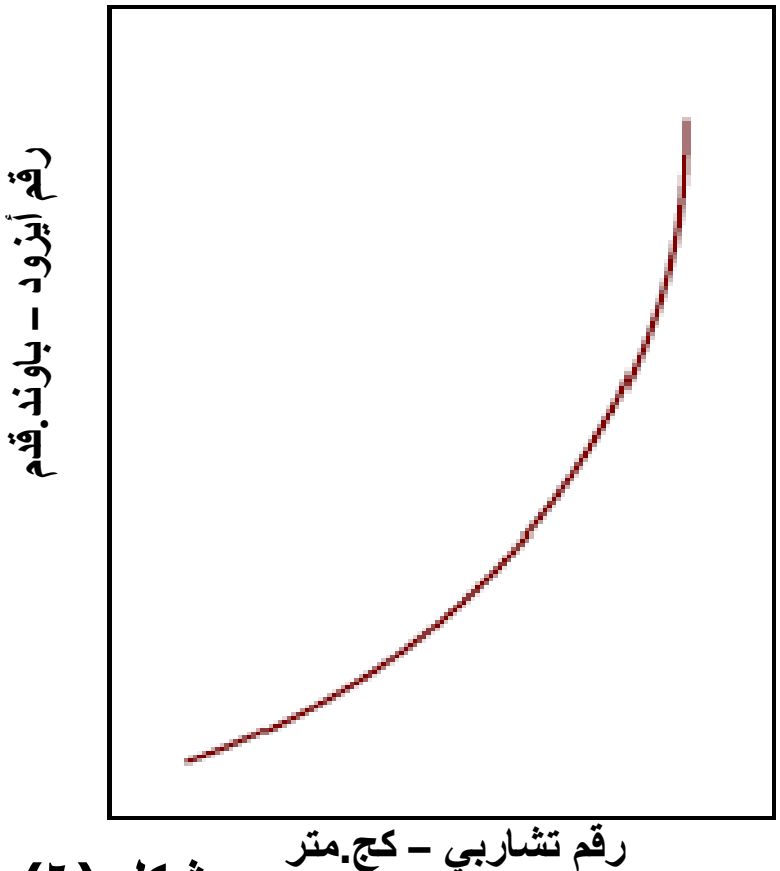
قطعة الإختبار وطريقة التحميل كما بشكل (٥)



شكل (٥) عينة الإختبار بطريقة تشاربي

وتجدر الإشارة إلى أن هناك علاقة بين رقمى تشاربى وأيزود للصدم توضحها العلاقة الآتية وكذلك شكل (٦):

$$\text{رقم تشاربي للصدم (كج.متر)} = \frac{\text{رقم أيزود (باوند.قدم)} + ١٠}{٤,٥}$$



شكل (٦) العلاقه بين رقمي أيزود وتشاربي

- **Why test specimen is notched:**

والهدف من الحز فى قطعة الإختبار هو:

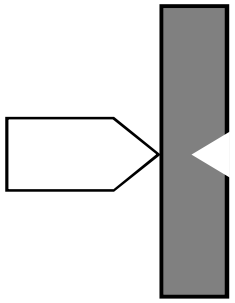
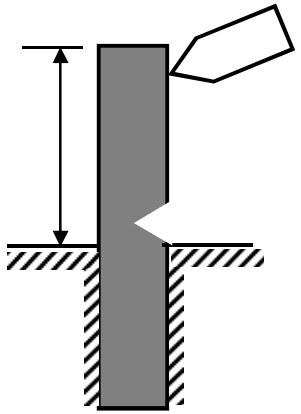
١- تقليل مساحة المقطع.
٢- ضمان تركز الإجهادات وحساب الإجهادات القصوى.
٣- تحتاج طاقة صغيرة للماكينة.

عمل notch للعينة يعمل على وجود منطقة تركيز اجهادات عند notch فيحدث امتصاص وتجميع لمعظم طاقة الكسر فى منطقة notch ويمكن كسر العينة من ضربة واحدة

- **Why Charpy test is preferred to Izod test:**

لماذا يفضل اختبار Charpy على اختبار Izod

- تحميل العينة فى وضع Simple beam اسهل من وضع Cantilever
- لا تتعرض منطقة notch لتركيز اجهادات بسبب التثبيت.

Charpy test	Izod test	
		ماكينة الاختبار
10 x 10 x 55 mm	10 x 10 x 75 mm	ابعاد العينة
Simple beam	Cantilever	وضع التحميل
فى عكس اتجاه notch	فى نفس اتجاه notch	اتجاه الضربة