الدكتور : طلال عواد المحاضرة الثالثة و الرابعة

" الأساسات الوتدية "

الأوتاد البيتونية :

❖ مسبقة صنع أو مصبوبة بالمكان .

❖ **طبيعة السطح :**

- لمصبوبة بالمكان سطحها أخشن مما يزيد من مقاومتها على الإحتكاك و تكون مقاومتها للشد أفضل "مقاومة الشد تكون بالإحتكاك فقط" بينما مسبقة الصنع تكون ملساء .

❖ **مساحة المقطع :**

- المصبوبة بالمكان تكون ذات مقطع كبير فتكون مقاومتها للقوى الأفقية أكبر وخصوصاً عندما تكون مسلحة بتسليح جيد ، بينما مسبقة الصنع تكون ذات قطر صغير لتسهيل إختراقها .

❖ **كلفة التنفيذ :**

- كلفة المصبوب بالمكان أقل حيث أنه لايحتاج لرفع ونقل ودق وحتى في حال استعمال قمصان لأن دقها أسهل من دق مسبقة الصنع ويحتاج لقوى أقل .

❖ **كلفة التسليح :**

- وكذلك من محاسن المصبوب بالمكان الكلفة المنخفضة بالنسبة لنسبة التسليح المنخفضة فليس من الضروري أن نسلحه إذا ضمنا أن حمولاته شاقولية فقط ومن الممكن هنا وضع تسليح في الجزء العلوي لتأمين الربط بين الأوتاد والمنشأ المقام عليه ،
- في حـــين نسلح المسبق الصنع لتحمل إجهادات الرفع و النقل والدق .

❖ **مرونة التنفيذ :**

- فإذا حددنا طول الوتد المسبق الصنع المطلوب (من قراءة السبور وحساب الحمولات المتوقعة) وبفرض إخترنا وتد بطول 12m وأثناء دقه واجهتنا طبقة صخرية على عمق 5m عندها نخسر من طول الوتد إضافة لكلفة قصه المكلفة وإذا لم يكفي طول 12m بأن واجهتنا طبقة طرية عندها نحتاج لوصل الوتد علماً أن وصل الأوتاد المعدنية سهل ووصل الخشبية سهل نسبياً ووصل البيتونية صعب .

❖ **ميزات أخرى للمصبوبة بالمكان :**

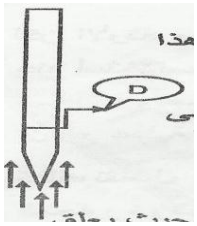
- تنشأ في الموقع .
- عدم الحاجة لتسليح رفع أو نقل أو دق .
- مقاومة القوى الأفقية "قطر كبير" .
- قمصانها خفيفة وتحتاج لطاقة قليلة لدقها "كلفة أقل"
- تستخدم بالطول المناسب .
- إحتكاك أكبر من المسبقة الصنع فتحمل أكبر .
- إمكانية تنفيذ بصلة أسفل الوتد للإرتكاز .
- قابلية إستخدامها كأوتاد إرتكاز بسبب التوسع .
- قابلية إستخدامها كأوتاد إحتكاك "خشونة" أفضل من المسبق الصنع
- قابلية إستخدمها كأوتاد شد "خشونة" أفضل من المسبق الصنع
- حصولنا على سبر من التربة المستخرجة .
- تنفذ دون دق فلا تؤثر على المنشآت المجاورة ...

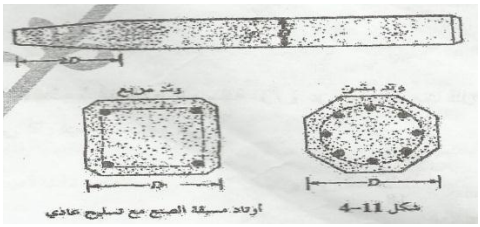
❖ **ميزات أخرى للمسبقة الصنع :**

- إختصار زمن التنفيذ فيمكن أن ننتهي من أعمال التاسيس خلال يومين فقط .
- إمكانية إدخالها لولبياً في حال كانت ظروف المنشآت المجاورة والتربة المؤسس عليها لا تسمح بالدق "خاصة الترب المفككة والرطبة " .
- هي الحل الوحيد عند التأسيس في الأنهار .
- حل نموذجي في حال وجود تكهفات في منطقة التاسيس وهنا "يجب معرفة أبعاد التكهف لحذف مساحة الإحتكاك" .
- إمكانية دقها بشكل مائل .

❖ **من مقاطع الأوتاد مسبقة الصنع :**

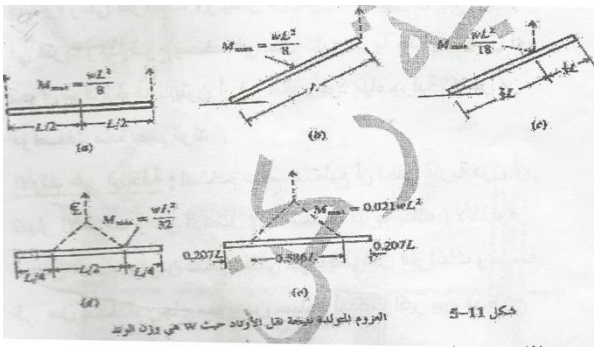
- مربعة – مثمنة – دائرية ، وتكون "مصمتة أو مفرغة"
- ونلاحظ أنه ولسهولة الإختراق يتناقص مقطع الوتد على الطول 2D وعند حساب رد فعل التربة نأخذ المقطع الدائري ذي القطر D "أنظر الشكل اليميني " :





❖ **رفع ونقل الأوتاد مسبقة الصنع :**

- يتم برفع بتعليق الوتد بكابلات مما يخلق عزوم إنعطاف تحت تأثير وزنه الذاتي لذا نحدد نقاط التعليق لنحصل على أقل عزم :
  a) حملناه من طرفيه : يتعرض لإجهاد أكبر بـ 4 أضعاف .
  b) حملناه من أحد طرفيه " $M_{max} = \frac{W.L^2}{8}$ "
  c) حملناه من ثلثه " $M_{max} = \frac{W.L^2}{18}$ "
  d) الحل النموذجي : حملناه على بعد 0.207L من طرفيه
  " $M_{max} = 0.021 * W.L^2$ "



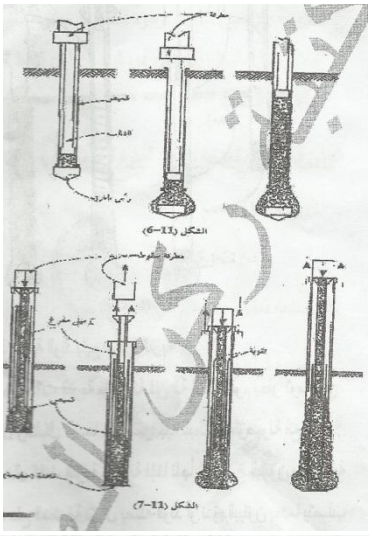
❖ **أنواع الأوتاد البيتونية المصبوبة في المكان :**

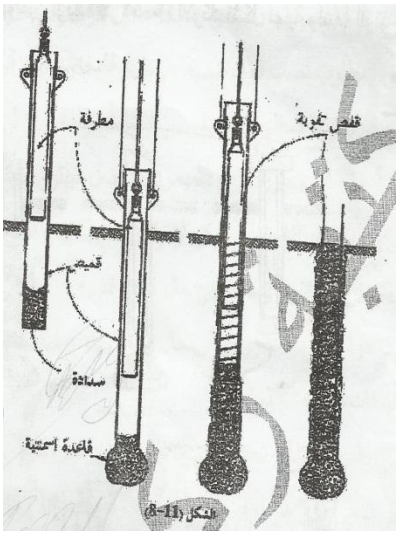
١) أوتاد مغلفة :

- ندق قميص الحماية للعمق المطلوب "يكون مؤقت أو دائم " ثم نصب البيتون وقبل التصلب نسحب القميص فيتابع البيتون إنتشاره ويملئ الفراغات ،
- نستخدم قميص دائم عندما تكون التربة عدائية للبيتون " تحوي مخربات له " وكذلك بوجود مياه جوفية تخفض مواصفات جسم الوتد .

٢) أوتاد غير مغلفة :

- تستخدم عندما نستطيع الحفر دون إنهيار الأطراف وهذا المفضل في حال سمحت التربة وذلك لتوفير القميص ولتأمين تماسك كافي حيث تملئ كل الفراغات وخاصة بإستخدام رجاج مما يؤمن مساحة إحتكاك أكبر بين السطوح الجانبية للوتد والتربة .





الشكل (11-6) وتد بيتوني مغلف مع قاعدة بيتونية .
الشكل (11-8 , 11-7) وتد بيتوني غير مغلف مع قميص مؤقت

❖ بصلة الوتد :

- **تكلمنا** سابقاً عن جرس الإرتكاز و نضيف الآن ما يلي :

- في حال الترب المتماسكة نحفر توسع في نهاية الوتد
- في حال الترب الضعيفة نقوم بضخ البيتون بالمضخة وبقوة دفع المضخة نشكل البصلة أو نقوم بدق البيتون بعدما يتصلب قليلاً ولأن البيتون مادة ثقيلة فإنه يتوسع إلى الجوانب ويشكل البصلة .

- **تسليحها :**

- تسلح عند وجود قوى شادة للأعلى لان مقاومتها على الشد تعتمد على التسليح وهنا يوجد إحتمال إنفصالها عن الوتد إلا إذا كانت مسلحة جيداً .

❖ الحمولة المسموحة للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان

- **للأوتاد المغلفة :**

$$Q_{all} = A_c . f_c + A_s . f_s$$

A_c , A_s مساحة المقاطع العرضية للقميص و البيتون .
f_c , f_s الإجهاد المسموح للفولاذ والبيتون .

- **للأوتاد الغير مغلفة :**

$$Q_{all} = A_c . f_c$$

حيث تنخفض قدرة تحمل الوتد بسبب :

١) إختلاط البيتون مع التربة والمياه الجوفية الموجودة فيها .
٢) تأثير القوى الجانبية على بيتون الوتد نتيجة دق الأوتاد المجاورة لذا يجب عدم إستعمال أوتاد غير مغلفة في التربة الغضارية اللينة جداً .

تصميم الأساسات الوتدية :

١) تحديد نوع الوتد حسب وظيفته و طريقة نقل الأحمال "إرتكاز – شد – إحتكاك" .
٢) تحديد الطول الازم من إختبار نوع التربة وقد يكون لدينا عدة خيارات فندخل العامل الإقتصادي .
٣) نحسب البعد بين محاور الأوتاد ومبدئياً (S=2.5D) ثم نعيد حسابه حيث نستعمله عند حساب فعالية المجموعة الوتدية .
٤) حساب قدرة التحميل الحدية للوتد ثم قدرة التحميل المسوحة .
٥) تحديد عدد الأوتاد اللازم بتقسيم الحمل الكلي للمبنى على قدرة التحميل المسموحة للوتد .
٦) تصميم القبعة البيتونية .

<u>ملاحظة</u> كما نعلم فإن **ميكانيكية نقل الحمولة للأوتاد تتم كالتالي :**

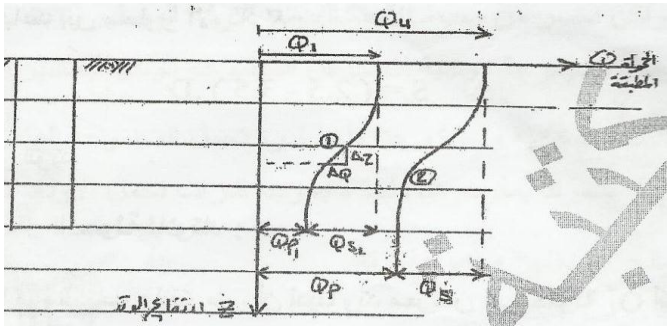
- لتكن حمولة وتد ما هي $Q_1 < Q_u$ أي أقل من الحدية فتتم مقاومة هذه الحمولة بالإحتكاك الجانبي وبالإرتكاز أي :

$$Q_1 = Q_{P1} + Q_{S1}$$

- وإذا طبقنا الحمولة الحدية Q_u فتقاوم أيضاً كالسابق :

$$Q_u = Q_P + Q_S$$

- لاحظ الإرتكاز ثابتة و الإحتكاك متغيرة مع إرتفاع الوتد :



حيث يمكن حساب مقاومة الإحتكاك من: $f_Z = \frac{\Delta Q . Z}{P . \Delta Z}$

نتابع بخطوات التصميم ونبدأ بـــــــ :

يتبع .....

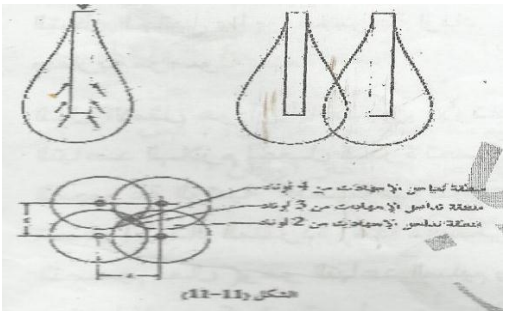
❖ تقدير أطوال الأوتاد : ويتبع لـــ

١. قيمة حمولته .
٢. الخواص الفنية للطبقات الترابية في الموقع .
٣. طريقة تنفيذ الوتد "مصبوب بالمكان – مسبق صنع"
٤. عدد الأوتاد في المجموعة الواحدة ويدخل تأثيره كالتالي :
ليكن لدينا مجموعة وتدية مكونة من 3 أوتاد وطلول الواحد 12m وقدرة تحمله 50ton والحمولة المنقولة للمجموعة 100tom ← غير أقتصادي لذا نستخدم 3 أوتاد بطول 8m "و.هـ.م" .
٥. المسافات بين محاور الأوتاد .
٦. الهبوط المتوقع للمجموعة فللثلث الأسفل من الوتد و مواصفات التربة عنده دور كبير في الهبوط لذا نختر طول الوتد ليحقق هبوط ضمن حدود الهبوط المسموح.

❖ تحديد المسافة بين الأوتاد :

▪ **العلاقة بين هذه المسافة وتداخل الإجهادات :**

- إن التداخل الموضح جانباً يعطي هبوط إضافي .....



▪ **المسافة حسب ميكانيكية سلوك المجموعة :**

- إذا كانت الأوتاد قريبة من بعضها "خاصة في أوتاد الإزاحة" ← ترتص التربة التي بين الأوتاد بشدة أكثر من إرتصاص التربة خارج المجموعة فإذا كانت التربة المحصورة إرتصاصها كبير وتماسكها مع الوتد كبير ← تتحرك مع الوتد "تهبط معه" ← نخسر الإحتكاك بين الأوتاد والتربة المحصورة داخل المجموعة و نكسب الإحتكاك بين المجموعة والتربة المحصورة داخلها من جهة وبين التربة الخارجية من جهة أخرى ، هذا الإحتكاك المكتسب يمكن أن نزيده بتكبير المسافة بين محاور الأوتاد إلى الحد الذي يجعل المجموعة تتحرك وحدها دون التربة الداخلية لـــــــذا ندرس الحالتين التاليتين :
   ١) التحرك ككتلة واحدة بأخذ قدرة تحمل المجموعة الوتدية .
   ٢) كل وتد يتحرك بمفرده بأخذ مجموع قدرات الأوتاد .

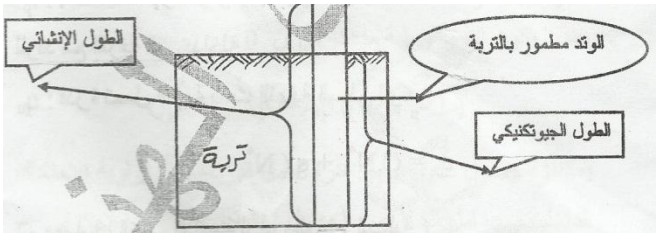
- الحل الأمثل هو أخذ التباعد " السليم " الذي يجعل :
قدرة تحمل المجموعة = مجموع قدرات تحمل الأوتاد
"التصميم الفعال" وهنا لا يهم كيف تعمل مجموعة الأوتاد
- يجب مراعات التباعد بين الأوتاد لأنه بزيادة التباعد بين المحاور تزداد أبعاد القبعة البيتونية ويزداد تسليحها .
- يحدد التباعد بـ :

$$S = (2.5 - 3.5)D$$

❖ حساب قدرة تحمل الوتد المسموحة :

▪ الطريقة الستاتيكية :

- طريقة تحليلية ، تستخدم في المشاريع الصغيرة الغير هامة ، وهي المعتمدة في التصميم .



- وهنا يتعرض الوتد لقوى يقاومها كالتالي :
مقاومة إحتكاك + مقاومة إرتكاز $Q_u = Q_P + Q_S$ "قدرة تحمل الوتد الحدية"

"سنحسب كل واحدة على حدا للترب الرملية والغضارية"

👍 مقاومة الإرتكاز :

$Q_P = A_P . q_u$ "مقاومة الإرتكاز للوتد "

$q_u = C.N^*_c + q'(N^*_q - 1)$ "قدرة تحمل التربة تحت النهاية السفلى للوتد"

Note : وهناك مركبة ثالثة في علاقة q_u لها علاقة بالعرض أو القطر وبما أن القطر صغير نسبياً لذا أهملنا هذا الحد.

حيث :

C تماسك التربة الداعمة لرأس الوتد "السفلية"

q' الإجهاد الشاقولي الفعال عند منسوب رأس الوتد : $q' = L.\gamma$

(N^*_q ، N^*_c) عوامل قدرة تحمل التربة المعدلة "حسب الشكل والعمق وزاوية الإحتكاك الداخلية " من جداول خاصة بالأوتاد .

الجدول (1-11) عوامل قدرة تحمل التربة بحسب هانزن

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$2\tan\phi(1-\sin\phi)^2$
0	5.14	1.0	0.0	0.195	0.000
5	6.49	1.6	0.1	0.242	0.146
10	8.34	2.5	0.4	0.296	0.241
15	10.97	3.9	1.2	0.359	0.294
20	14.83	6.4	2.9	0.431	0.315
25	20.71	10.7	6.8	0.514	0.311
26	22.25	11.8	7.9	0.533	0.308
28	25.79	14.7	10.9	0.570	0.299
30	30.13	18.4	15.1	0.610	0.289
32	35.47	23.2	20.8	0.653	0.276
34	42.14	29.4	28.7	0.698	0.262
36	50.55	37.7	40.0	0.746	0.247
38	61.31	48.9	56.1	0.797	0.231
40	75.25	64.1	79.4	0.852	0.214
45	133.73	134.7	200.5	1.007	0.172
50	266.50	318.5	567.4	1.195	0.131

الجدول (2-11) عوامل الشكل والعمق للاستخدام في معادلات قدرة التحمل للتربة

عوامل الشكل	عوامل العمق
s'_c=0.2(B/L)	d'_c=0.4k
s_c=1+(N_q/N_c)(B/L)	d_c=1+0.4k
s_q=1 for strip	
s_q=1+(B/L)tanϕ	d_q=1+2tanϕ(1-sinϕ)^{2}k
s_γ=1-0.4(B/L)	d_γ=1.00 for all ϕ
	k=(D/B) for (D/B) ≤1
	k=tan^{-1}(D/B) for (D/B)>1 (rad)

*ملاحظة: تستخدم الرمز (°) عندما (ϕ=0)

- وكما نعلم أنه في **التربة الغضارية المشبعة** فإن :

$(\varphi = 0\ ,\ N^*_c = 9) \rightarrow\rightarrow\ q_u = 9.C_{u(p)}$

حيث :

$C_{u(p)}$ التماسك المحصور للغضار تحت رأس الوتد

- **وفي التربة الرملية المفككة** :

$(C = 0) \rightarrow\rightarrow\ q_u = q'(N^*_q - 1)$

✌ **مقاومة الإحتكاك :**

$$Q_S = \sum P \,.\, \Delta L \,.\, f$$

حيث :

$\sum P$ مجموع محيطات مقاطع الأوتاد .

ΔL جزء من طول الوتد الذي نحسب عنده Q_S

f معامل مقاومة الإحتكاك عند عمق معين ومن أجل تربة معينة

حيث :

مقاومة الإحتكاك في الرمل :

$$f_s = K.\sigma'_v \,.\, \tan\delta$$

K عامل ضغط التربة الجانبي (لأن الضغط الأفقي يكون نسبة من الشاقولي)

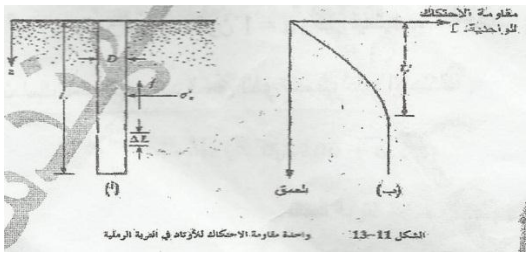
σ'_v الإجهاد الشاقولي الفعال عند العمق المدروس (يزداد مع عمق الوتد حتى الحد الأعظمي" عندL' " الذي يثبت عنده)

L' هو العمق الحرج ويتوقف على عوامل عدة مثل δ وقابلية الإنضغاط و الكثافة النسبية وعادة تكون $L' = 15.D$

δ زاوية إحتكاك بالتربة (جداول خاصة)

وتكون ضمن المجال : $\delta = (0.5 - 0.8)\,\varphi$

φ زاوية الإحتكاك الداخلي



مقاومة الإحتكاك في الغضار :

- هناك عدة طرق لحسابها وفي مايلي أحدى هذه الطرق :

طريقة α :

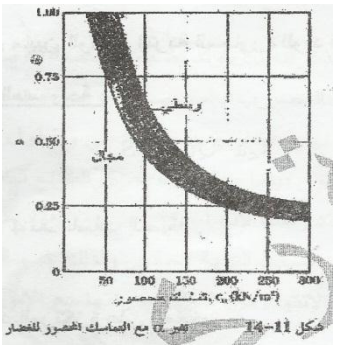
وهي تحليل للإجهاد $f_c = C_a = \alpha.C_u$

f_c مقاومة الإحتكاك في التربة الغضارية

C_a التماسك " إجهاد قص بين التربة و الوتد "

α عامل الإلتصاق التجريبي يخفض متوسط متانة القص على طول الجزء المطمور من الوتد

C_u التماسك المحصور عند العمق الذي يحسب عنده الإحتكاك



فتكون مقاومة الإحتكاك في الحالة العامة $(\varphi - c)$

عامة :

$$Q_S = \sum P \,.\, \Delta L \,.\, f = \sum P \,.\, \Delta L\,(f_s + f_c) = \sum P \,.\, \Delta L\,(K.\sigma'_v \,.\, \tan\delta + \alpha.C_u)$$

غضارية : $Q_S = \sum P \,.\, \Delta L \,.\, (\,\alpha.C_u)$

رملية : $Q_S = \sum P \,.\, \Delta L \,.(K.\sigma'_v \,.\, \tan\delta)$

❖ **قدرة التحمل المسموحة للوتد :**

$$Q_a = \frac{Q_u}{F.S}$$

$F.S$ للأساسات العميقة (2.5 - 4)

❖ **قدرة تحمل الأوتاد المرتكزة على الصخور :**

- بشكل تقريبي :

$$q_P = q_u(N_\emptyset + 1)$$

$$N_\emptyset = \tan^2(45 + \frac{\emptyset}{2})$$

$\emptyset$ زاوية الإحتكاك غير المحصورة

q_u مقاومة الضغط غير المحصور للصخر

- يمكن حساب q_u بتجارب مخبرية ويوصى أن تكون :

$q_u/5$ (مخبرية) q_u (تصميمية)

F.S=5 نزيد عامل الأمان بسبب إحتمال وجود تشققات في الصخور

✓ **و ختاماً يقول :**

- كل وتد له أضبارة (نوعه – معلومات تفصيلية عنه)

فمثلاً الوتد المصبوب بالمكان :

"وقت بدء ونهاية الحفر ، القطر والطول الفعلي ، تاريخ الصب ، كمية البيتون ... "

ومثلاً الوتد المسبق الصنع :

"معلومات عدة وأهمها منسوب رأس الوتد وسبب أهميته هو أنه يجب التاكد - بعد نهاية أعمال التأسيس - من عدم صعود الأوتاد بسبب ضغط التربة الجانبي الناتج عن دق أوتاد مجاورة وأن كان هناك صعود ندقها ."

▪ **الطريقة الديناميكية :**

- لا تستخدم في التصميم بل للإستأناس ،**أسهل الطرق** ، **تنفذ على كل وتد لأنه قد يكون هناك منطقة من الموقع ذات تربة مختلف .**
- نجد مع كل آلة دق دليل فيه علاقة ديناميكية تعتمد على أن دق الأوتاد يتم بمطرقة تهبط بوزن معين من إرتفاع معين ولها طاقة معينة وهذه الطاقة جزء كبير منها يدخل الوتد وجزء صغير يضيع وهو معروف مسبقاً من قبل المصمم .
- كلما كانت التربة قاسية كلما كانت المسافة التي يخترقها الوتد بنفس عدد الطرقات ونفس طاقة الدق أقل ،الأمر الذي يعطي مؤشر عن قساوة التربة .
- تتم هذه العملية مع كل وتد يتم دقه .
- فمبدأها الأساسي :

الطاقة المستخدمة في الدق = طاقة الإختراق + المفقودة

$$\boldsymbol{Q_u = \frac{h.w_R}{s+c}}$$

$\boldsymbol{Q_u}$ **الحمولة الحدية**

$\boldsymbol{w_R}$ **وزن المطرقة**

$\boldsymbol{h}$ **إرتفاع سقوطها**

$\boldsymbol{s}$ **إختراق الوتد الناتج عن ضربة .**

C **ثابت**

- Q_u تعطي مؤشر للتأكد من صحة العمل فيجب أن تكون قريب من قدرة التحمل المعتمدة في التصميم ولا تقل عنها ،
فإذا كان لدي وتد قدرة تحمله 100ton وبإستخدام العلاقة نتج القدرة 110ton أكون في الأمان أما إذا كانت أكبر بكثير نعود للمصمم و إذا كانت أقل نتوقف فوراً .

▪ طريقة تجارب التحميل :

- هي الأدق والحكم بين الطرق الثلاث ،
- مكلفة جداً ، وكلفتها في الحصول على الحمولة المطلوبة ففي الكود الأميريكي نحمل حتى الحمولة الأعظيمة للوتد وفي الأوربي نحمل حتى 1.5 من الحمولة التصميمية وفي كودات أخرى حتى ضعفي الحمولة التصميمية
لذا لا تطبق على كل الأوتاد "حسب أهمية المنشأ" فوتد لمنشأ مهم ووتدين لمنشأ أكثرأهيمة ...
- نحمل الوتد بحمولة مشابهة حيث نأخذ الوتد بأبعاده الحقيقية و ندقه في نفس موقع التنفيذ وبنفس طريقة الدق المعتمدة ثم نحمله بحمولات متدرجة تساوي الأصغر من (ربع الحمولة و 10ton) ثم نقيس الهبوط عند كل خطوة تحميل بواسطة 4 مقاييس تشوه للوتد الواحد لأن الوتد يمكن أن يميل بسبب الدق المائل أو الحمولة التي قد تكون غير شاقولية لذا نرصد الهبوط من أربع نقاط والتشوه الفعلي هو الوسطي ثم نرسم منحني الحمولة مع الهبوط ومنه نحصل على حمولة الإنهيار "قدرة تحمل حدية" ثم نقسم عل عامل الأمان لنحصل على "قدرة التحمل المسموحة" .

- **طرائق تحميل الوتد :**

١) تحميل بأوزان مباشرة :

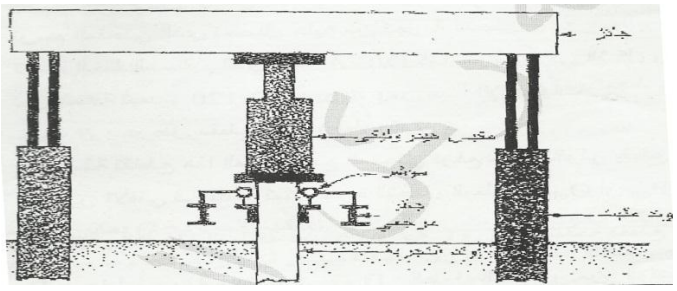
- في حال كانت الحمولة غير كبيرة فيمكن تحميل الوتد بأي حمولة من الموقع ويمكن معرفة وزنها بدقة "كتل بيتونية ، أنقاض بناء ، أحجار كبيرة ..."

٢) التحميل بالرافعة العادية :

- نؤمن الحمولة عن طريق الذراع فقط .

٣) التحميل بالرافعة الهيدروليكية :

- الطريقة الأهم و الأساسية و الدقيقة .
- نضع وتد الإختبار في المنتصف وحوله أوتاد جانبية مثبّتة تعمل على مقاومة الشد "أكبر من الحمولة المطلوبة المتوقعة" ، نثبت فوقه شبكة جوائز معدنية ونضع أوزان على الجائز أكبر من الحمولة اللازمة المتوقعة ،
نطبق الحمولة بمكبس هيدروليكي يعمل على الضغط موجود فوق وتد الإختبار ومجهز بمقياس لقياس قوة الضغط المطبقة عن طريق رد فعل الحمولة المتوضعة فوق الجائز ، وخلال التجربة يجب ألا يتحرك الجائز و إن صعد فإن ذلك يظهر على المانو متر وعندها نأخذ الإجراءات اللازمة .
- بعد الوصول لحمولة الوتد المطلوبة نزيل الحمولة تدريجياً ونرسم مخطط العلاقة بين الحمولة وبين الهبوط ومنه نحصل على قدرة تحمل الوتد .
- وبالنسبة لمقاييس الهبوط " 4مقاييس أيندكتور " فنثبتهم على الوتد وعلى جائز مرجعي مثبت خارج مساحة العمل ، ومقياس نقل الحمولة هو المانومتر .



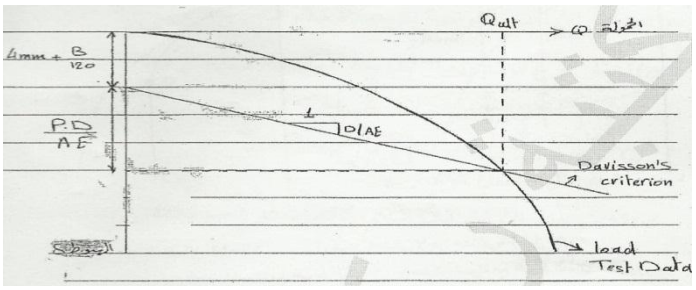
- بعد أن حصلنا على نتائج قدرة التحمل من الطريقة الستاتيكية وتحققنا أثناء التنفيذ بالطريقة الديناميكية من أمان و إقتصادية الوتد وحكمنا بدقة عن طريق تجارب التحميل حيث حصلنا على نتائج تحميل وهبوط موافقة فكيف نقوم بتحليل النتائج لتحديد حمل الإنهيار "الحمل الأقصى"؟؟؟!
↓↓↓↓↓↓↓↓↓↓

❖ طرق تقدير حمل الإنهيار "الحمل الأقصى"

- يعرف عادة بأنه الحمل الذي يسبب هبوط (0.1D) ،
- معظم الطرق تعتمد في تحليلها على منحني الحمل والهبوط لتجربة التحميل حتى (2-1.5) من حمل التشغيل ولكن إن زاد الهبوط في النقلة عن ضعف الهبوط في النقلة السابقة نوقف التجربة .
- بما أن تجربة التحميل حتى الحمل الأقصى غير متيسرة دوماً لذا فنحن بحاجة لتحليل النتائج للحصول على هذا الحمل :

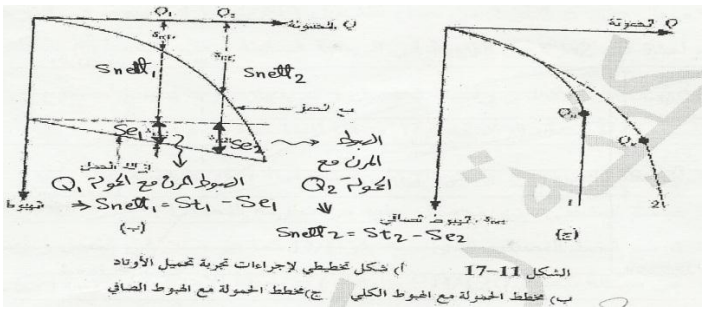
١) طريقة دافيسون :

- الطريقة الأكثر إستخداماً ،
- ننزل نتائج منحني التحميل ، ونرسم المنحني ،
ونرسم المستقيم الذي ميله $\frac{D}{E.A}$ الذي يبدأ من مسافة (4mm+D/120) من مبدأ الإحداثيات ،
من نقطة تقاطع المنحني والمستقيم نرفع شاقول يقطع المحور الأفقي في Q_{ult} كما يلي :



٢) طريقة الكود الأمريكي :

- نرسم قيم الحمولة والهبوط الصافي الموافق $(Q\ ,S_{nett})$
- يزداد الهبوط مع ازدياد الحمولة حتى نقطة يصبح المنحني شاقولي فتكون الحمولة عند هذه النقطة هي القدرة الحدية :



- إن قدرة تحمل الوتد المنفرد غالباً تكون أقل من الحمولة التصميمية لذا فالأساس الوتدي يشكل من مجموعة أوتاد كما ذكرنا في المحاضرة الأولى : " إفرادية – مستمرة- مجموعات – حصيرة "

A. تصميم الأساسات الوتدية ذات الحمولة المركزية :

a) نختار نوع الوتد حسب طريقة عمله "إستناد أو إحتكاك أو الإثنيتن" .
b) نختار عمق التأسيس وبالتالي طول الوتد .
c) إيجاد قدرة تحمل الوتد .
d) نعين عدد الأوتاد بقسمة الحمولة على قدرة تحمل الوتد : $n = \frac{Q}{P_v}$
e) نوزع الأوتاد .
f) نحسب هبوط الأساس الوتدي .
g) نصمم القبعة .
h) نتأكد من **فعالية** المجموعة الوتدية "سنتكلم عنها"

< وكل هذه الخطوات ذكرناها في البداية >

B. تصميم الأساسات الوتدية ذات الحمولة اللامركزية :

النوع الأول : (الحمولة والعزم ثابتين بالإتجاه والقيمة)

- هنا نزيح المجموعة الوتدية مسافة e حتى ينطبق مركز ثقلها على نقطة تطبيق محصلة القوى ونصمم على التحميل المركزي : e =M/N .
- بعض المراجع تقوم بزيادة عدد الأوتاد من جهة العزم وتقلل من الجهة الأخرى وهذا الأساس غير متوازن وصعب التنفيذ "غير مفضل وغير إقتصادي" .

النوع الثاني : (الحمولة والعزم غير ثابتين بالإتجاه والقيمة)

- كوجود زلازل أو رياح ،
- خطوات التصميم ثابتة لكن حصة كل الوتد من المجموعة الوتدية في الحالة العامة هي :

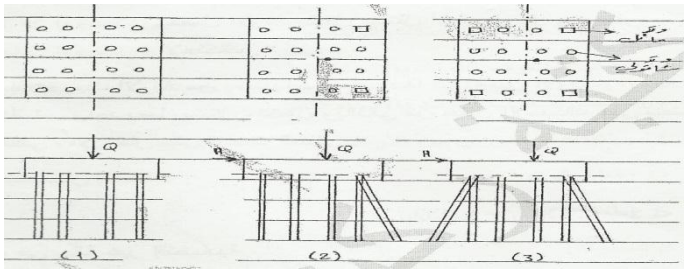
$$P_i = \frac{F_z}{n} \mp \frac{M_x . y_i}{\sum {y_i}^2} \mp \frac{M_y . x_i}{\sum {x_i}^2}$$

وذلك بفرض القبعة صلبة وتنقل الحمولة كما هي

<u>والأمثلة التالية :</u>

(١) حمولة مركزية .
(٢) حمولة لا مركزية وقوة أفقية .
(٣) قوة أفقية متغيرة الإتجاه .

- نصادف الأوتاد المائلة في أساسات الجسور "قوى أفقية كبيرة وعزوم كبيرة" .



❖ فعالية مجموعات الأوتاد :

$$\mu = \frac{Q_{g(u)}}{\sum Q_u}$$

<u>حيث</u>:

$Q_{g(u)}$ قدرة التحمل الحدية لمجموعة الأوتاد .
$\sum Q_u$ مجموع قدرات التحمل الحدية للأوتاد دون تأثير المجموعة
μ فعالية المجموعة .

- تكلمنا من قبل على المسافة بين محاور الأوتاد ونقول أنه إذا كانت التباعدات كبيرة فإن كل وتد يعمل بمفرده وتكون الفعالية أكبر من الواحد . وفي حال إقتربت من بعضها فإنها تعمل كأساس واحد .

ففي حال كانت : $\mu < 1$ <u>فإن</u> $Q_{g(u)} = \mu * \sum Q_u$ وهي حالة غير إقتصادية

وفي حال كانت : $\mu \geq 1$ <u>فإن</u> $Q_{g(u)} = 1 * \sum Q_u$

وهي حالة غير إقتصادية أيضاً "لم نستفد من الفعالية"

- الحل الأمثل هو أخذ التباعد " السليم " الذي يجعل :
قدرة تحمل المجموعة = مجموع قدرات تحمل الأوتاد
ويسمى "التصميم الفعال" وهنا لا يهم كيف تعمل مجموعة الأوتاد

✓ **الفعالية في الرمل :**

$$\mu = \frac{Q_{g(u)}}{\sum Q_u}$$

- بإهمال مقاومة الإرتكاز وبأخذ مقاومة الإحتكاك :

$$\mu = \frac{f_{av}.P_g.L = f_{av} * [2(n_1+n_2-2)*d+4D]* L}{f_{av} * P* n_1.n_2*L}$$

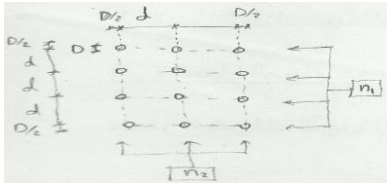
$$\mu = \frac{[2(n_1+n_2-2)*d+4D]}{P* n_1.n_2}$$

$$Q_{g(u)} = \left(\frac{[2(n_1+n_2-2)*d+4D]}{P* n_1.n_2} \right) * \sum Q_u$$

- إذا كانت الفاعلية أكبر من 1 نضعها 1 "ويكون تصميم صحيح ولكن غير إقتصادي ويجب إعادة التصميم"

<u>حيث :</u>

P_g محيط مغلف الأوتاد .
P محيط الوتد .
f_{av} معامل مقاومة الإحتكاك الوسطية
L طول الوتد
n_1, n_2 عد صفوف الأوتاد بالإتجاهين
d التباعد المحوري بين الأوتاد
D قطر الوتد



✓ **الفعالية في الغضار :**

$$\mu = \frac{Q_{g(u)}}{\sum Q_u}$$

- بأخذ مقاومتي الإحتكاك و الإرتكاز بالإعتبار نكتب :

$$\mu = \frac{\sum P_g.C_u.\Delta L \ + \ A_p.q_p}{n_1.n_2\ (\sum P.\Delta L\ .(\ \alpha.C_u) + A_P.q_u)}$$

$$\mu = \frac{2(L_g+B_g)*\ C_u*\Delta L \ + \ L_g*B_g*\ C_{u(p)}*\ N^*c}{n_1.n_2\ (\sum P*\Delta L*(\ \alpha.C_u) \ + \ 9*A_P*\ C_{u(p)}\ )}$$

- **قدرة تحمل المجموعة الوتدية في الصخر :**

$$Q_{g(u)} = \sum Q_u$$

- والتباعد المحوري الأصغري للأوتاد = D+300mm

Note : الأوتاد ذات المقاطع المربعة وبشكل H يكون D مساوياً للبعد القطري للمقطع .

إنتهت المحاضرة الثالثة و الرابعة ☺

21.4.2012 @ 3:45 am