حساب الهبوط الكلي للوتد:

$$\mathbf{S = S_1 + S_2 + S_3 (46)}$$

S_1:هبوط جذع الوتد

S_2: الهبوط للوتد المسبب من الحمولة عند رأس الوتد

S_3: الهبوط عند رأس الوتد المنقولة على طول جذع الوتد

تحديد قيمة S1 S_1

$$= \frac{(Q_{WP} + \xi Q_{WS})L}{A_p E_P} S_1 \qquad (47)$$

Q_{WP}حمولة الارتكاز المسموحة

Q_{WS} حمولة الاحتكاك المسموحة

$A_p = \frac{\pi (D_P)^2}{4}$مساحة المقطع العرضي للوتد

E_P:عامل المرونة لمادة الوتد

L: طول الوتد

$$= QP/FS_1 Q_{WP}$$

$$Q_{WS} = QS/FS_2$$

$$E_P = 2 * 1000000 \frac{ton}{m^2}$$

ξ:عامل توزيع المقاومة الاحتكاكية

تحديد قيمة S2

$$S_2 = \frac{q_{wp}}{E_s} * D(1 - \mu_s^2) \times I_{wp} \qquad (48)$$

$$q_{WP} = \frac{Q_{WP}}{A_p}$$

Q_{WP}:حمولة الارتكاز المسموحة.

I_{WP}عامل التأثير

E_Sمعامل يونغ

μ_sمعامل بواسون

اقترح فيسك عام 1977 طريقة تقريبية تجريبية للحصول على قيمة هذا الهبوط

$$I_{ws} = C_p(0.93 + 0.16\sqrt{\frac{L}{D}})$$

C_pمعامل تجريبي يحدد قيمته من الجدول: $(2-3)$

$\mathbf{q_p}$ **:**المقاومة الرأسية الحدية للوتد

الجدول(2−3) تحديد قيمةCp

نوعية التربة	وتد مدقوق	وتد مصبوب
رمل كثيف أو مخلخل	0.02-0.04	0.018−0.09
غضار كثيف أو رخو	0.02-0.03	0.03-0.06
سلت كثيف أو مخلخل	0.03-0.05	0.09-0.12

تحديد قيمةS_3:الهبوط للوتد المسبب بالحمولة المحمولة على جذع الوتد

$$S_3 = \frac{D}{E_S}(1-\mu_s^2)\, I_{Ws}\frac{Q_{Ws}}{pL} \qquad (49)$$

محيط الوتد:$PP = \pi * D$

μ_sمعامل بواسون

Q_{WS} حمولة الاحتكاك المسموحة

L: طول الوتد المطمور بالتربة

I_{ws}: عامل التأثير يمكن أن يعبر عنه بعلاقة تجريبية بسيطة:

$$I_{ws} = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

اقترح فيسك طريقة بسيطة للحصول علىS3:

$$S3 = \frac{C_s Q_{ws}}{L \times q_p}$$

C_s: معامل تجريبي يحدد من العلاقة:

$$I_{ws} = C_p(0.93 + 0.16\sqrt{\frac{L}{D}})$$

يتم حساب قيمة C_p من الجدول (2−8)

4-2 مقاومة السحب للوتد:

تتعرض الأوتاد لقوى رافعة ناتجة عن قوة الرياح التي تؤثر على المنشآت العالية مسببة بقوى سحب للأوتاد باتجاه الأعلى.

يمكن أن تحسب المقاومة الكلية الحدية للوتد المعرض لقوى رافعة:

$$T_{ug} = T_{un} + W \qquad (50)$$

T_{ug}:قدرة الرفع الكلية

T_{un}:قدرة الرفع الصافية

W: الوزن الفعال للوتد

$$T_{un} = L \times P \times \alpha' \times C_u \qquad (51)$$

L :طول الوتد.

P:محيط مقطع الوتد.

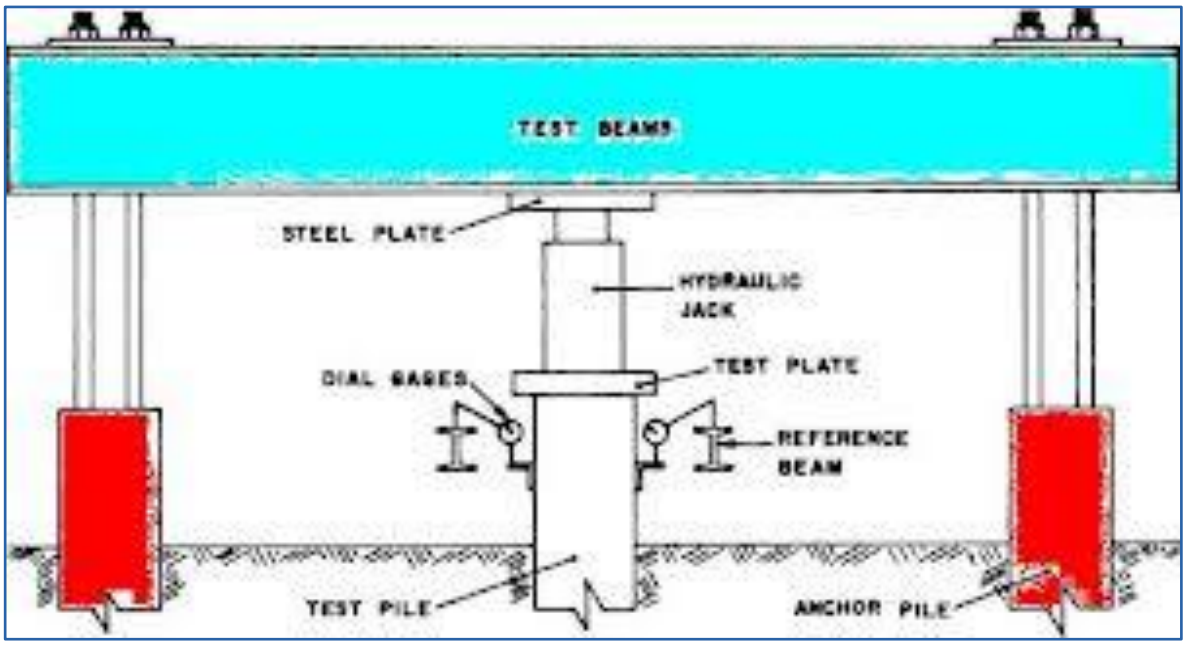
$C_u C_u$: التماسك غير المصرف للغضار.

α':معامل التماسك عند منطقة التماس بين الوتد والتربة المحيطة به.

تجارب تحميل الوتد:

في معظم المشاريع الكبيرة، يجب إجراء عدد محدد من تجارب تحميل على الأوتاد، مبدئيا بسبب عدم واقعية طرق التخمين، يمكن تجريب قدرة تحمل الحمولة الشاقولية للوتد في الحقل يظهر الشكل رقم (2–6) رسم بياني تخطيطي لتنظيم تجربة تحمل الوتد في الحقل، هذا التنظيم هو من أجل إجراء تجربة الضغط للوتد حيث تطبق الحمولة على الوتد بواسطة مكابس هيدروليكية، تطبق الحمولة على خطوات ويترك وقت كافي بعد كل خطوة لقياس الهبوط مع الزمن عند تطبيق كل حمولة يسجل الهبوط بالواسطة آلات القياس، تعتمد قيمة الحمولة التي ستطبق في كل مرحلة على كودات الأبنية المحلية المطبقة، بعد الوصول إلى حمولة الوتد المرغوبة، فإن حمولة الوتد تفرغ بالتدريج. يبين الشكل رقم (2–7) تجربة تحميل حقلية على الضغط منفذة بواسطة أحمال ستاتيكية (مكعبات بيتونية).

يمكن إجراء تجارب التحميل للأوتاد في الرمل مباشرة بعد دق الأوتاد، من ناحية ثانية فانه يجب اتخاذ الحذر وتقدير الوقت اللازم بين دق الأوتاد وتحميل الأوتاد عندما تطمر الأوتاد في الغضار يتراوح هذا الوقت اللازم بين 30– 60 يوم أو أكثر لان التربة تتطلب بعض الوقت لتحصل على مقاومة استرداد القوام، يمكن استخدام تقنية أخرى في تجربة تحميل الوتد هي تجربة المعدل الثابت للاختراق في هذا النوع من التجربة فان الحمولة على الوتد تزداد بشكل مستمر للحفاظ على معدل ثابت للاختراق، أشكال أخرى من تجارب تحميل الوتد تتضمن التحميل الدوري الذي هو حمولة متغيرة تطبق وتفرغ بشكل متكرر.



الشكل (2–6): رسم بياني تخطيطي لتنظيم تجربة تحمل الوتد في الحقل

الشكل (2–7): تجربة تحميل حقلية على الضغط منفذة بواسطة (مكعبات بيتونية)

2-5-1 تنفيذ تجارب التحميل على الضغط:

تجارب التحميل على الضغط للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد ASTM المواصفة D1143–81 الفصل 2.4

- أجهزة تطبيق الحمولة: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة D1143-81(modified 1995) الفصل 2.4
- أجهزة قياس الحركة: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة D1143-81 الفصل 3.1 - 3.2.1-3.2.3
- إجراءات التحميل: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة D1143-81 الفصل 4.2 و/أو إجراءات التحميل النظامية.

2-5-2 تنفيذ تجارب التحميل على الشد:

- ❖ تجارب التحميل على الشد للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد ASTM المواصفة 87−3689 D
- ❖ أجهزة تطبيق الحمولة: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة 87-3689 D الفصل 2.4
- ❖ أجهزة قياس الحركة: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة 87-3689 D الفصل - 4.3 4.4 - 4.5.
- ❖ إجراءات التحميل: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة 87-3689 D− الفصل 4.2 إجراءات التحميل النظامية.

الفصل الثالث

تجارب التحميل الحقلية للأوتاد

3-1 مقدمة:

لابد في البداية من متابعة أعمال التأكيس والحفر والصب للأوتاد بعد ذلك يتم تنفيذ التجارب الحقلية في التحميل على الضغط بحسب إجراءات الجمعية الأمريكية لفحص المواد ASTM المواصفة D1143-81.

على الشد أُجريت تجارب التحميل للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب إجراءات الكود الأمريكي ASTMD 3689 – 87.

تم لكل تجربة من تجارب التحميل الحقلية تحديد نتائج القياس لكل مرحلة من مراحل التحميل وذلك لقيم الهبوط مع الزمن لكل حمل جزئي حسب التزايد المطلوب حتى الوصول للحمل الكلي للتجربة وتحديد نتائج القياس لكل مرحلة من مراحل نزع التحميل وذلك لقيم الهبوط مع الزمن لكل حمل جزئي حسب التناقص المطلوب حتى رفع كامل الحمولة والرجوع للصفر وبعد ذلك تم تحليل نتائج التجارب من خلال رسم البرنامج الزمني لتطبيق الحمولات ثم رفعها بشكل تدريجي ثم رسم منحني العلاقة بين الحمولة والهبوط لكل مرحلة من مراحل التحميل ونزع التحميل.

4-2 الإجراءات العملية لتنفيذ التجارب الحقلية للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان:

4-2-1 يتم في البداية حفر الوتد ويوضع الحديد ويُصب الوتد بالقطر المطلوب والارتفاع المطلوب:

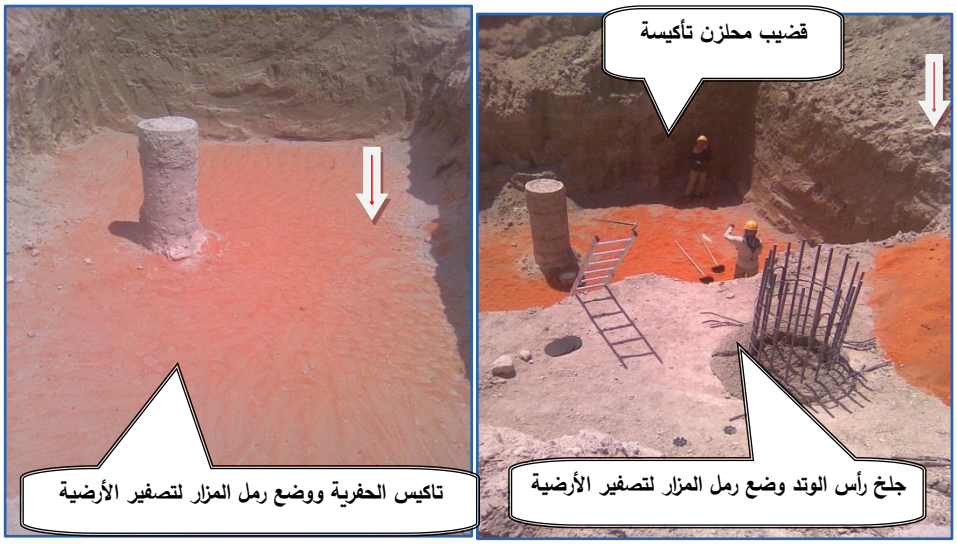
الشكل (4-1): مراحل تنفيذ الأوتاد

بعد تصلب الوتد لمدة 56 يوم بسبب صب الوتد بالبيتون المقاوم للكبريتات[63] وبعد اختبار المكعبات البيتونية المأخوذة من صب الوتد ومعرفه مقاومه الوتد الفعلية للبيتون المصبوب يتم تجهيز الوتد لتجربة الضغط وذلك بقص الحديد الزائد بحالة وتد غير عامل ثم تكسير رأس الوتد حوالي 50سم المصبوبة أصلاً زيادة فيه كما في الشكل رقم (4-2).

إن تنفيذ الحفر على جوانب الوتد لكشفه ومتابعة عمليات تكسير رأس الوتد بحاجة لدقة وخبرة ويتم وضع طبقة رقيقه من رمل المزار فوق النظافة لزيادة الاحتكاك وتثبت المكعبات.

الشكل (4-2): حفر وتكسير رأس الوتد

يتم جلخ رأس الوتد وتفريغ التربة من جوانبه وهذا عمل فني وبحاجه لدقة كبيرة في تنفيذه لأن زيادة الحفر ممكن أن تؤدي إلى زيادة في طول رأس الوتد عند الاختبار مما ينعكس سلبيا على التجربة أي أننا نقوم بحفر 90 سم ثم باليد العاملة نقوم بحفر 10 سم الأخيرة ويمكن صب طبقة بيتون نظافة تأكيسه أو وضع رمل المزار و تصفيره سماكه 10 – 15 سم عيار 200 كغ/سم^2 لتصفير الأرضية.



الشكل (4-3): تأكيس الحفرية

4-2-2 طريقة التنفيذ:

بعد تأكيس الحفرية وشد الخيطان تنزل المكعبات في كل زاوية مكعبان ومكعب فوقهما في مركزهما مع ملاحظة أن لكل مكعب خطاف من الأعلى أو خطافان للحمل والتنزيل،يوضع على رأس الوتد صفيحة معدنية سماكتها 5 سم تتمركز في منتصف الوتد تماماً ولها مقبضان حديديان لرفعها وتثبيتها من خلالهما ويوضع صفيحة ثانية فوقها أيضاً وذلك لملئ الفراغ بين الوتد والطاولة بعد وضع صفيحتين فوق بعضهما البعض على رأس الوتد مع ملاحظة أن يكون رأس الوتد أفقي لذلك يتم جلخه

بالصاروخ بشكل تام ودقيق ثم مراقبته بالنيفو قبل التجربة لتامين الارتكاز الكامل للصفيحة فوق رأس الوتد.

في كل زاوية نضع مكعبين في الأسفل ثم يوضع رمل المزار ثم مكعب مركزي فوقهما ثم رمل مزار وهذه العملية في النقاط الزاوية للوتد.

كل مكعب وزنه طن2.2أبعاد المكعب [1 * 1 * 1]متر وله في رأسه إما حلقة واحدة أو حلقتين وهذه الحلقة تكون متمفصلة بحيث تثنى عند وضع مكعب فوق الآخر لكي يحصل الاستناد الكامل.

الشكل (4-4): تركيب المكعبات

يثقب الوتد بأربع أماكن متناظرة على محيطة وتبعد عن رأس الوتد مسافة 75 سم ويوضع فيها قضيب حديد قطر 8 مل محلزن تلحم عليه زاوية معدنية صغيرة 6 * 6سم ليوضع عليها مؤشرات التشوه.

الشكل (4-5): تثبيت الزوايا في وتد الاختبار

ويوضع رمل المزار فوق المكعب لاستناد الصفيحة بشكل كامل على المكعب ومنع الالتقاء الرأسي (بين رأس الوتد) مثل المسند أو المخدة.

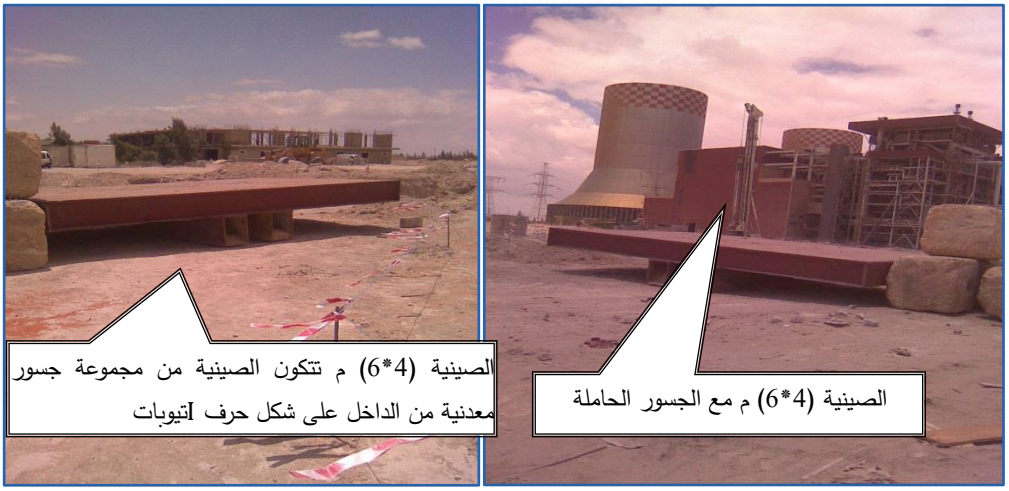
بعد وضع الصفيحتين السفليتين نضع أربع جكات للضغط،ثم نضع فوق الجكات صفيحة معدنية ثانية

فوق رؤوس الجكات وتُعاير الأفقية بواسطة النيفو.

الشكل (4-6): تركيب الصفائح المعدنية و الجكات الهيدروليكية على رأس الوتد

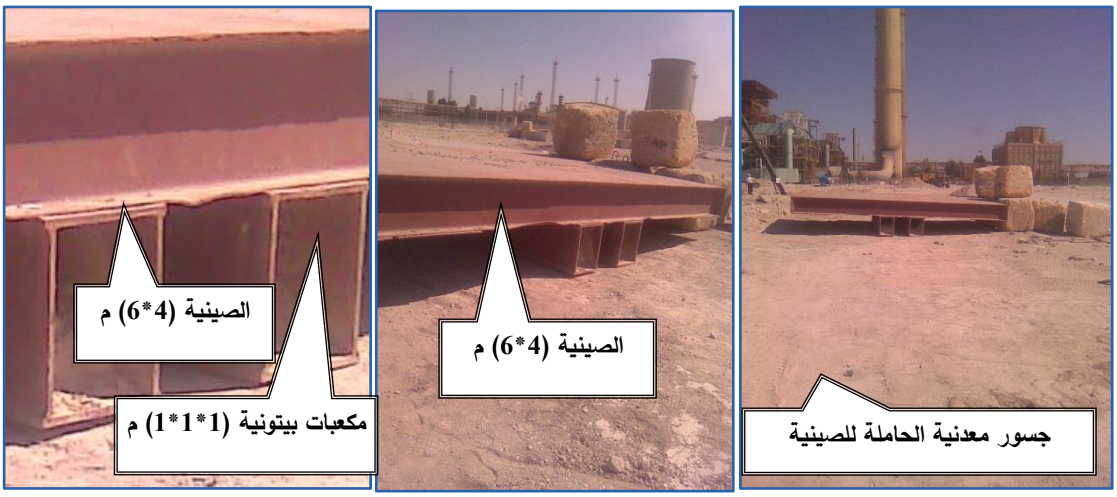
4-2-3 الصينية(طاولة تحميل المكعبات البيتونية):

تتكون الصينية من مجموعة جسور معدنية من الداخل على شكل حرفI تيوبات ارتفاع الصفيحة 45 سم ارتفاع الجسور 55 سم ارتفاع الصفيحة مع الجسور 100 سم كل جسر مؤلف من أربع صفائح ملحومة والجسر مفرغ من داخله وموصولة من الجانبين بجسرين معدنيين طوليين الشكل رقم (4-7)



الشكل (4-7): الطاولة المعدنية

يوجد فتحة واحدة جانبيه من الداخل ملحومة مع حلقة للتحميل والتنزيل سماكه الصفائح المكونة للجوائز 2.5 سم من كل طرف و3 سم من الأسفل والأعلى، سماكات للجسور 2.5 إلى 3 سم جاهزة بالسوق لذلك صنعت الجسور من صفائح معدنية 2.5 إلى 3 سم بالورشة لإجراء التجارب وتحمل ثقل المكعبات البيتونية،إن الصدئ قد يؤدي إلى تأكل الصينية والجسور الحاملة لذلك كان يفضل دهانها بعده طبقات لحمايتها من الصدئ الشكل رقم (4-8) والشكل رقم (4-9).



الشكل (4-8): أبعاد الطاولة المعدنية

الشكل (4-9): تفاصيل الصينية المعدنية

الشكل (4-10): جسور الطاولة المعدنية

يصنع حوامل عدد أربعة مكونة من قضبان تسليح قطر 18 ملم تُلحم على شكل حرف Xالهدف منها تحميل المجاري المعدنية وهي على شكل(beamI) طول الواحدة 8 متر كما في الشكل رقم (4-11).

الشكل (4-11): المجاري المعدنية الحاملة للمؤشرات

بعد تجهيز الحوامل المعدنية نقوم بتلحيم المجاري المعدنية عليها بحيث يتم تثبيتها بشكل تام ولا يسمح بالحركة للمجاري المعدنية التي سوف تحمل مؤشرات الهبوط،يتم فك الارتباط بين الجسور الحاملة على الحوامل مع المكعبات الحاملة للصفيحة بحيث لا تتأثر قراءة التشوهات لهبوط المكعبات الحاملة نتيجة تطبيق الحمولات لذلك يتم تثبيت الجملة الحاملة للمؤشرات التي تقوم بقراءة الهبوط أثناء التجربة بعيدة عن مكان إجراء التجربة بحيث لا تؤثر على قراءات الهبوط أن نقطة تثبيت الجملة الحاملة للمؤشرات التي تقوم بقراءة الهبوط أثناء التجربة بعيدة عن مكان إجراء التجربة بمسافة أكبر من (3- 2.5 D)[35]-[65] الشكل رقم (4-14).

الشكل (4-12): تثبيت المجاري المعدنية على الحوامل

الشكل (4-13): صور للجملة الخارجية الحاملة للمؤشرات

الشكل (4-14) المجاري المعدنية

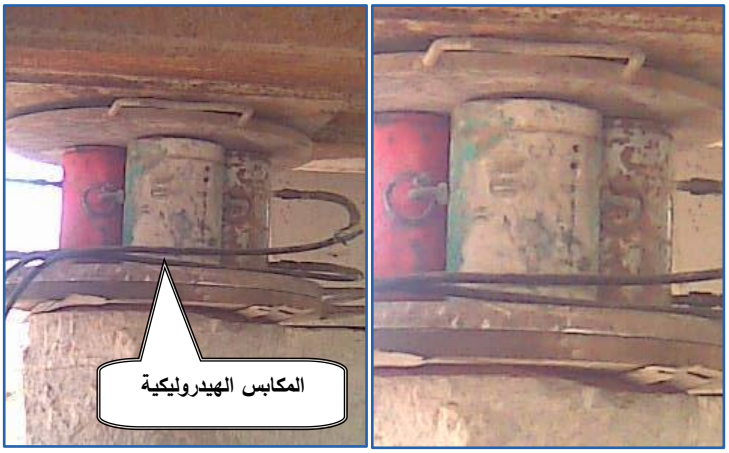
عمليه تنزيل الصفيحة عملية صعبة ودقيقة بحاجة لفنيين مدربين لتوجيه الرافعة الدوارة التي قد لا تكفي لوحدها لذلك قد نحتاج لرافعة أخرى للتنزيل ويجب التأكيس الصفيحة المعدنية على القاعدة العلوية للصفيحة المعدنية الموضوعة على رأس الوتد كما في الشكل رقم (4-15).

الشكل (4-15): تنزيل الصينية على المكعبات

حيث يوجد بين الجسرين صفيحة معدنية متمركزة لنقل الحمولة من الصفيحة عبر الجسرين إلى الصفيحة المعدنية العلوية الموضوعة على رأس الوتد كما في الشكل رقم (4-16).

الشكل (4-16): الصفائح المعدنية والجكات الهيدروليكية

وهذا التمركز عملي صعبة ودقيقة وبحاجة لدقة لذلك يجب أن تتمركز الصفيحة الموضوعة على رأس الوتد حول مركز الوتد بشكل دقيق وكذلك يجب أن تتمركز الصفيحتين السفليتين الموضوعتين فوق رأس الوتد بشكل دقيق مع جسم الوتد بحيث يكون بروزها نفسه من أطراف الوتد كما في الشكل رقم (4-17).



الشكل (4-17): المكابس الهيدروليكية

بعد تنزيل الصينية يبقى حوالي 6 إلى 7 سم بين الصفيحة الرابطة للجسرين مع الصفيحة العلوية فوق رأس الوتد هذه المسافة يتم رفع الكريكويات الأربعة حتى التلامس الشكل رقم (4-18).

الشكل (4-18): تركيب الجكات الهيدروليكية

طريقة تركيب المكعبات: كما في الشكل في حال كون الصينية خفيفة حوالي 8 طن يتم تركيب المكعبات على الزوايا الأربعة ثم يعبئ المنتصف كل صف في صفه.

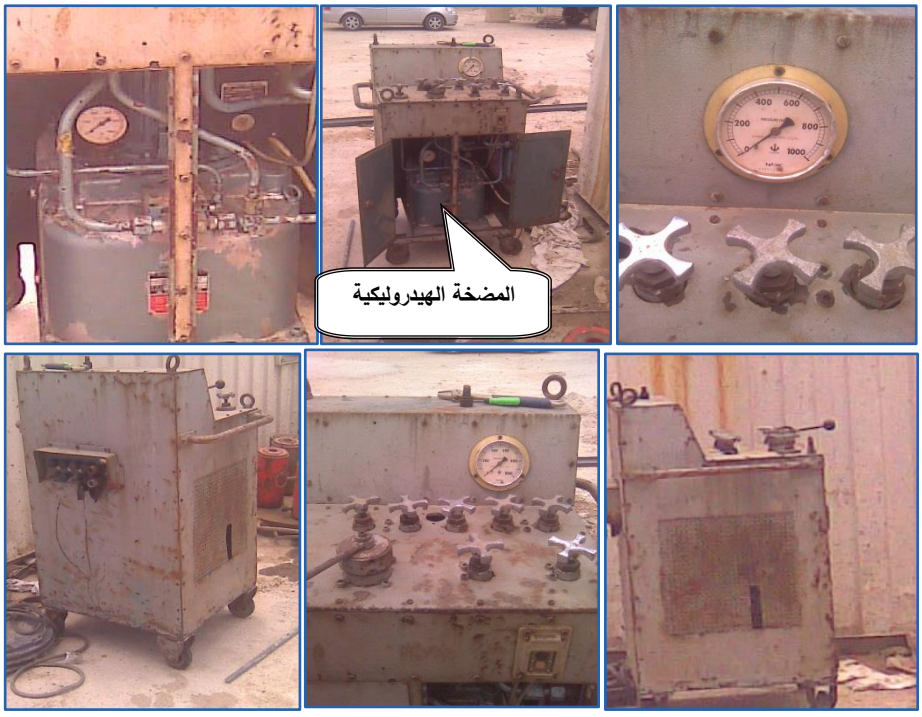
الشكل (4-19): توضع المكعبات البيتونية على الطاولة المعدنية

تستند الصفيحة على المكعبات الأرضية بحيث يبقى ظفرين متناظرين من الأطراف،تكون الصينية زئبقيه ومستوية تماما حتى لا تميل المكعبات مع الحمولة حيث المسافات مع المكعبات في الاتجاهين متناظرة إن ترك ظفرين متقابلين ومتساويين للصفيحة من كل طرف لتحقيق عدم تحنيب الصفيحة وعدم حدوث سهم في منتصف الصينية كما في الشكل رقم (4-20).

الشكل (4-20): المكعبات الحاملة للصينية

الشكل (4-21): فراغ بين الصفيحة والصينية

قبل بدء التجربة تتم معايرة الساعات مؤشرات الضغط للمضخة الهيدروليكية ثم تتم معايرة المؤشرات لحساب الهبوط حيث توضع المؤشرات الأربعة لقياس الهبوط تُركب على الجسور المعدنية وتُوضع رؤوسها على الزوايا المعدنية المثبتة بجسم الوتد.



الشكل (4-22): المضخة الهيدروليكية

بعد معايرة لساعات قراءة الضغوط تعاير الساعة على طرنبة الضغط الموصولة مع المكابس الهيدروليكية عدد أربعة.

الشكل (4-23):المكابس الهيدروليكية

4-2-4 مرحله تركيب مؤشرات قياس الهبوط:

زاوية 6 * 6 سماكه 5 ملم مثبته على الوتد بواسطة قضيب معدني محلزن قطر 8 مم يدخل لجسم الوتد لمسافة 10 سم تثبت المؤشرات على الجسور المعدنية الحديدية المحمولة على الحوامل المعدنية، المؤشر مؤلف من علبه وحامل له ذراعان وساعة لقياس التشوه تثبت العلبة على الجسر الحامل المعدني (beamI) وتثبت ساعة قراءة التشوه على الزاوية المعدنية الملحومة على الوتد البيتوني المختبر يجب أن تكون ساعة المؤشر شاقوليه يجب تصفير المؤشرات قبل البدء بالتجربة الشكل رقم (4-24).

الشكل (4-24): المؤشرات الالكتروني

بعد الانتهاء من التحضيرات لإجراء التجربة ومعايرة مؤشرات قياس الهبوط وتجهيز المكابس الهيدروليكية تصبح التجربة جاهزة للتنفيذ.

4-3 مثال تطبيقي لتجربة تحميل حقلية على الضغط:

4-3-1 تجربة الضغط وتد قطر 60 سم وتد عامل (WORKING PILE):

1-تم كشف 100 سم فقط من رأس الوتد طبعاً بعد تكسير وقص وجلخ رأس الوتد بشكل أفقي تماماً.

2-تم قص 50 سم إضافية من رأس الوتد وذلك لكون التربة سلتية عضوية مفككة، وخشية اختلاط البيتون مع التربة المفككة والمنهارة أثناء الصب لذلك تم قص 100 سم من رأس الوتد لضمان أن البيتون المصبوب نظيف ولا يحتوي أتربه مخلوطة مع البيتون وذلك ليضمن أن البيتون نظيف ومقاوم تم حساب مقاومه المكعبات البيتونية المصبوبة لهذا الوتد وذلك لتحقق من مقاومة البيتون قبل إجراء التجربة لتفادي ظهور شقوق مما يؤدي لانهيار الوتد بسبب طبيعة مادة جسم الوتد.

3-تم الحفر للمنسوب المطلوب ثم نضع رمل المزار في أرضيه الحفرة لوتد الاختبار.

4- يتم تأكيس الحفرية حسب أبعاد الطاولة بخيطان أفقي وطولي من جوانبها الأربعة ووضع المكعبات المحيطة بالوتد بشكل منتظم وعلى زوايا الخيطان.

الشكل (4-25): تجهيز الحفرية حول الوتد

الشكل (4-26): تكسير رأس الوتد

الشكل (4-27): تأكيس الحفرية وفرش رمل المزار

جدول (4-1) مواصفات وتد التجربة- تجربة الضغط وتد عامل قطر 60 سم

نوع الوتد	قطر الوتد [سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	الحمولة النهائية [طن]
وتد مصبوب بالمكان	60	18	130	195=1.5*130

نقوم بتشغيل الكريكويات بعد توصيل الكهرباء إلى الطرنبه لرفع الكريكويات حتى يتم التلامس بين الصفيحة العلوية والصينية بحيث لا يحدث تشوه في المؤشرات عندما يتم التلامس ولا يحدث تغير في قراءة المؤشرات للتشوه عندها تكون الطاولة أصبحت ملامسة للصفيحة العلوية، تجهز الاستمارات الخاصة بالتجربة وترقم المؤشرات بـ 1.2.3.4 مع جهة دوران عقارب الساعة من الشمال للجنوب وتبدأ الطرنبه بالضغط ونبدأ بأخذ القراءات، يجب مراقبة المؤشرات بشكل دائم ومراقبة الضغط في ساعة الضغط في الطرنبه ليكون الضغط مستقر بشكل دائم أثناء إجراء التجربة وفي كل مرحلة من مراحل تطبيق الحمولات.

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة:

تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي 25%من الحمولة التصميمية[130 ton] في كل مرحلة وصولاً

للحمولة النهائية التي تساوي مرة ونصف الحمولة التصميمية جدول (4–2).

جدول (4–2) ترتيب تطبيق الحمولات على الوتد المختبر تجربة الضغط وتد 60 سم وتد عامل

النسبة المئوية	25%	50%	75%	100%	125%	150%
الحمولة المحسوبة نظرياً[طن]	0.25×130 =32.5	=0.50×130 65	=0.75×130 97.5	=1.00×130 130	=1.25×130 162.5	=1.50×130 195
الحمولة المطبقة فعلياً[طن]	35	70	105	140	175	195

مراحل رفع الأحمال للتجربة:

تناقص الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25في كل مرحلة حتى نزع كامل الحمولة المطبقة يتم تفريغ الحمولة بشكل عكسي لتطبيق الحمولة نأخذ قراءات المؤشرات كما أخذت في السابق للمؤشرات الأربعة في كل مرحله من مراحل تفريغ الحمولة جدول (4–3).

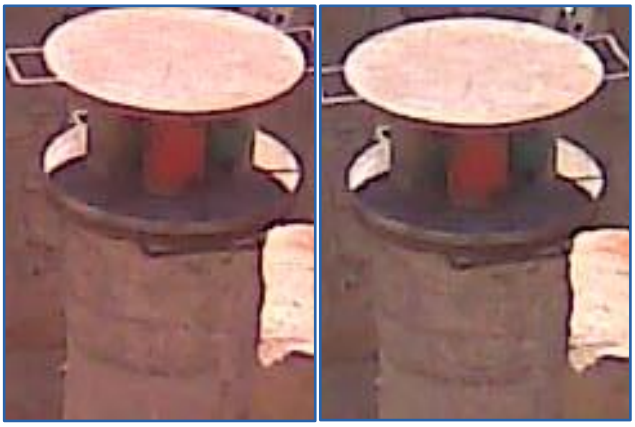
جدول (4–3) ترتيب رفع الحمولات عن الوتد المختبر تجربة الضغط وتد 60 سم وتد عامل

النسبة المئوية	125%	100%	75%	50%	25%	0%
الحمولة المحسوبة نظرياً[طن]	1.25×130 =162.5	=1.00×130 130	=0.75×130 97.5	=0.50×130 65	=0.25×130 32.5	0=0×130
الحمولة المرفوعة فعلياً [طن]	175	140	105	70	35	0

5– يتم وضع مكعبين في كل زاوية ونضع عليهما وفي مركزهما مكعب آخر وتُحمل عليه الطاولة المعدنية الحديدية التي بدورها تحمل المكعبات البيتونية نلاحظ أن الطاولة ترتفع فوق رأس الوتد بعد قصه وجلخه مسافة متر واحد هذا المتر يستفاد منه بوضع صفيحة معدنية سماكتها بحدود 5 سم لها حلقتين لحملها بالرافعة عدد اثنان فوق رأس الوتد مباشرة ثم توضع الجكات الأربعة فوق الصفيحة المعدنية ويجب الانتباه والملاحظة أن الصفيحة المعدنية السفلية يجب أن تكون زئبقية 100% فوق رأس الوتد لذلك يجب التأكد أن رأس الوتد بعد قص الحديد وتكسير البيتون يجب جلخه بدقة بحيث يكون أفقي100% لأن عند وضع الصفائح المعدنية يجب أن تكون أفقية فوق رأس الوتد ونلاحظ في هذه التجربة أنه تم جلخ رأس الوتد بشكل جيد ونلاحظ أن الصفيحة المعدنية تستند على رأس الوتد بشكل كامل وهذا ما يؤكد زئبقية رأس الوتد أثناء جلخه.

الشكل (4-29): المكعبات الحاملة للطاولة الفولاذية

6- توضع الجكات وهنا يجب التحقق من المركزية الكاملة للجكات في منتصف الوتد فوق الصفائح المعدنية أي بعد وضع الصفيحتين المعدنيتين السفليتين توضع الجكات الأربعة في مركز الصفائح بحيث تكون متمركزة فوق منتصف الوتد بشكل دقيق منعاً من عدم اللامركزية حيث تؤدي اللامركزية بعدم تطبيق الضغط بشكل منتظم على الوتد عند وصول الضغط لحد معين حيث لا يؤدي زيادة الضغط في الطرنبة إلى الضغط على الوتد بسبب وجود اللامركزية التي لا تؤدي إلى تطبيق الضغط بشكل تام ومركزي في رأس الوتد.



الشكل (4-30): تركيب الصفائح والمكابس الهيدروليكية على رأس الوتد

7- بعد التأكد من المركزية في وضع الجكات الأربعة يتم وضع الصفيحة العلوية ذات نفس السماكة للصفيحتين السفليتين وتكون متمركزة أيضاً في منتصف الجكات بشكل متناظر مع الصفيحتين السفليتين سماكه الصفيحة العلوية مثل سماكه الصفيحة السفلية.

بعد وضع الصفيحتين السفليتين و الجكات والصفيحة العلوية فوق الجكات يبقى مسافة عشرة سم فراغ بين الصفيحة العلوية والطاولة التي تحمل المكعبات وبالتالي لحد هذه اللحظة لم يتم التحميل على الطاولة (للمكعبات) والطاولة محمولة على المكعبات التي تنقل الحمل بدورها إلى التربة.

الشكل (4-31)الفراغ بين الصفيحة العلوية والطاولة الحاملة للمكعبات

إذاً في بداية التجربة وقبل البدء بتطبيق الحمولة يكون الحمل بشكل كامل محمول على المكعبات الأربعة العلوية التي تنقلها على المكعبات الثمانية السفلية التي تنقلها على الأرض لذلك فان الضغط المنقول قبل بدء التجربة يكون مساوياً إلى وزن المكعبات الموضوعة فوق الطاولة + وزن الطاولة التي تقدر بـ 18 طن.

عدد المكعبات فوق الطاولة 4*6*6 حيث يوجد ستة صفوف =144 مكعب + 18 طن وزن الطاولة

وزن المكعب الواحد بأبعاد 1*1*1 = 2.2طن

يكون الجمع مساوياً 144*2.2 = 316.8 + 18 طن للطاولة = 334.8 طن>195طن

الشكل (4-32): صورة لتجربة تحميل حقلية على الضغط

عند تركيب المكعبات فوق الطاولة يمكن وضع حشرات خشبية بين المكعبات كما في الشكل وذلك بسبب عدم استوائية المكعبات المصبوبة أو انكسارها عند نقلها لأكثر من مرة مما يتوجب علينا دقة النقل والحذر والانتباه الجيد أثناء التركيب والنقل حرصاً على عدم انكسارها وهذه الحشرات تساعد على رصف المكعبات فوق بعضها وتمنع حركتها كما يمكن وضع طبقة من رمل المزار فوق كل مكعب قبل وضع المكعب الذي يعلوه لضمان تنزيل المكعب واستقراره بشكل كامل فوق المكعب الذي يعلوه.

الشكل (4-33) المكعبات البيتونية مع الحشرات الخشبية بين المكعبات

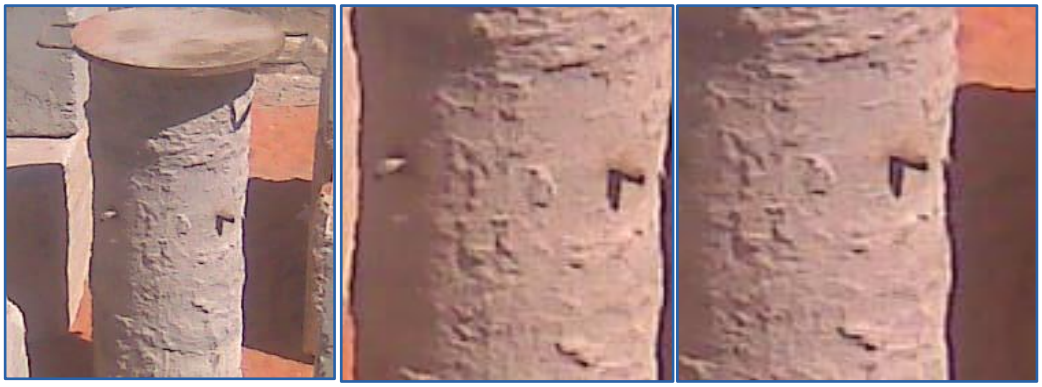
8- **مرحلـه تحضـير الجكـات وتوصـيل الكـبلات:** بـين الطرنبـة والجكـات حيـث يـتم فتـح الصـبابات فـي الطرنبـه الهيدروليكيـة حيـث تكـون مغلقـة بسـده بلاسـتيكية منعـاً لـدخول الغبـار والأوسـاخ وانسـداد الصـبابات بعـد فـك السـدادة البلاسـتيكية تركـب البرابيش بـين الطرنبـه والجكـات وتلـف بشـكل كامـل بالتفلون لضـمان عدم تسـرب الزيـت وأخـذ كامـل الضـغط المطبـق بـين الطرنبـة والجكـات وبـالطرف الآخـر للبرابيش يفك الغطـاء البلاسـتيكي لرأس الصـباب الآخـر الـذي يوضـع عادة لمنـع امتلاء رأس البربيش بالغبار والأوساخ مما يمنع وصوله للمكابس الهيدروليكية، يفك الغطاء البلاستيكي وينظف جيداً ويوصل مع البربيش السابق ويلف عليه التفلون أيضاً وهكذا يكون قد تم وصل برابيش الزيت بين الجكات(المكابس الهيدروليكية و الطرنبه الهيدروليكية)(مضخة توليد الضغط).

الشكل (4-34): المضخة الهيدروليكية والمكابس الهيدروليكية

9- مرحله تركيب الجسور المعدنية الحاملة للمؤشرات

تؤخذ شقله من رأس الوتد للأسفل بمقدار 10 إلى 15 سم على محيط الوتد وتُعلم بواسطة طبشورة أو قلم علام خاص حتى يتحقق بنفس المنسوب على كامل محيط الوتد ثم يتم ثقب الوتد بواسطة مثقب خاص عدد أربعه يوضع فيه قضيب 8 مم محلزن في كل ثقب يوضع قضيب محلزن بحيث يدخل لداخل الوتد مسافة 10 سم ويخرج 10 سم منه يثبت على هذا القضيب زاوية معدنية6*6 سم وتلحم على القضيب عدد أربع زوايا في الزوايا الأربعة المقابلة لزوايا المكعبات الأربعة المحيطة بالوتد

هذه الزوايا الحديدية الأربعة بعد تثبيتها على القضيب المعدني المثبت داخل الوتد ملاحظة (يجب أن يكون القضيب المعدني داخل الوتد ثابت بشكل تام منعاً لحركته إثناء التجربة مما يؤدي لظهور نتائج غير دقيقه للتجربة ناتجة عن حركة القضيب المعدني داخل الوتد ويتم تثبيته بواسطة الإيبوكسي أو بواسطة مواد خاصة.



الشكل (4-35): الزاوية الملحومة على الوتد

10- طول الجسور المعدنية الحاملة للمؤشرات 8 متر أو أكثر تثبت بواسطة حوامل لكل جسر عدد 2 من كل طرف وهذا الحامل للجسر المعدني يجب دقه بالأرض بشكل جيد لمنع حركته أثناء التجربة لذلك يجب أن يكون ثابت تماماً ولا يسمح له بالحركة نهائياً لا بالاتجاه الأفقي ولا بالاتجاه الشاقولي كما يجب أن يكون بعيدا عن منطقه الاختبار هذا الحامل يمكن أن يصنع بالورشة بواسطة قضيب أو قضبان حديد محلزن قطر 18 مم يصنع بشكل حرف اكس الشكل رقم (4-36)

الشكل (4-36): الجسور المعدنية الحاملة للمؤشرات

11- يوضع الجسم الحامل للمؤشر جسم مغناطيسي على الجسور الحاملة الايبيمات الشكل رقم (4-39) وتوضع ساعة المؤشر على الزاوية المعدنية المثبتة على الوتد المختبر قبل بداية التجربة نقوم بأخذ زئبقية ووضعها على الصفيحة السفلية الحاملة للجكات الأربعة ونتأكد من الزئبقية على الصفيحة العلوية أيضاً كما نتأكد من الزئبقية للجسور الحاملة ومن الطاولة الحاملة للمكعبات.

12- طريقة صف المكعبات فوق الطاولة بعد تنزيل الطاولة على المكعبات الأربعة الحاملة ووضع رمل المزار على هذه المكعبات حيث تكون الطاولة أفقية والتحقق بواسطة النيفو من أفقيه الطاولة تماما يتم تنزيل المكعبات عليها بصورة دقيقه نبدأ من الزاوية ونضع مكعب بالاتجاه القصير لكل طبقة من الطبقة الأولى وحتى الطبقة الأخيرة.

4-3-2 تجربة الضغط لوتد عامل قطر90 سم (WORKING PILE):

يلاحظ في هذا الوتد أن الحديد العامل لم يقص بالمقص وتم ثني الحديد للخارج الشكل رقم (4-38) بشكل يسمح بوضع الجكات والمكابس الهيدروليكية في قلب الوتد، لتحقيق هذا الغاية تم وضع تسميكة عدد 2 سماكه كل منها حوالي خمسة سم وقطرها حوالي 80 سم تقع في قلب الوتد وعلى سطحه العلوي كما في الشكل رقم (4-37).

بحيث يتم جلخ السطح العلوي بالصاروخ وتسويته بشكل أفقي تماماً ثم صب طبقة بيتون تسويه عيار 350 كغ/م^3 لضمان استوائية رأس الوتد ثم توضع التسميكات فوقها ثم توضع الصفيحة العلوية فوق الجكات وهنا عدد الجكات أربعة.

جدول (4-4)مواصفات وتد التجربة- تجربة الضغط وتد عامل قطر90 سم

نوع الوتد	قطر الوتد [سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	الحمولة النهائية [طن]
وتد مصبوب بالمكان	90	18	250	375=1.5*250

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي25%من الحمولة التصميمية[ton 250] في كل مرحلة وصولاً للحمولة النهائية التي تساوي مرة ونصف الحمولة التصميمية جدول (4-5).

جدول (4-5)ترتيب تطبيق الحمولات على الوتد المختبر تجربة الضغط وتد 90 سم وتد عامل

النسبة المئوية	25%	50%	75%	100%	125%	150%
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=0.25×250 62.5	=0.50×250 125	=0.75×250 187.5	=1.00×250 250	=1.25×250 312.5	=1.50×250 375
الحمولة المطبقة فعلياً [طن]	62.5	125	187.5	250	312.5	375

مراحل رفع الأحمال للتجربة:تناقص الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25في كل مرحلة حتى نزع كامل الحمولة المطبقة جدول (4-6).

جدول (4-6)ترتيب نزع الحمولات على الوتد المختبر تجربة الضغط وتد 90 سم وتد عامل

النسبة المئوية	125%	100%	75%	50%	25%	0%
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=1.25×250 312.5	=1.00×250 250	=0.75×250 187.5	=0.50×250 125	=0.25×250 62.5	0=0×250
الحمولة المرفوعة فعلياً [طن]	312.5	250	187.5	125	62.5	0

الشكل (4-37): صب رأس الوتد

الشكل (4-38): تجربة عامل وتد قطر 90 سم

الشكل (4-39): المؤشرات الإلكترونية

4-4 تجارب التحميل على الضغط:

تعد هذه التجارب من أفضل الطرق في تقدير الحمولة التصميمية للأوتاد حيث تُجرى هذه التجارب في معظم المشاريع الكبيرة على عدد محدد من الأوتاد للتحقق الفعلي من قدرة تحمل الوتد المتوضع في تربة الموقع نفسه وتحليل سلوك الوتد الفعلي عند تطبيق الحمولات الخارجية عليه.

المرحلة الأولى:

تنفيذ أوتاد بيتونية مصبوبة بالمكان: تنفيذ أوتاد بأقطار وأطوال مختلفة حسب الجدول (4-7).

جدول (4-7)نوع وقطر و طول الأوتاد المختبرة

نوع الوتد	طول الوتد(م)	قطر الوتد(سم)	طول الوتد(م)	قطر الوتد(سم)
أوتاد عاملة (WORKING PILE)	**18**	**90**	**18**	**60**
أوتاد غير عاملة (NON WORKING PILE)	**18**	**90**	**18**	**60**

المرحلة الثانية:

إجراء تجارب تحميل حقلية بعد تنفيذ كسر للمكعبات البيتونية الخاصة بهوية الوتد المذكور للتحقق من مقاومة الكسر المطلوبة.

أوتاد غير عاملة: الحمولة الكلية المطبقة = 250% من الحمولة التصميمية.

أوتاد عاملة:الحمولة الكلية المطبقة = 150% من الحمولة التصميمية.

وتجارب التحميل بنوعيها تلك تتم لكل قطر من أقطار الأوتاد المنفذة وحسب الطول المدروس لحالات مختلفة لتجارب التحميل الحقلية:على الضغط – على الشد.

سنقوم بهذه المحاضرة باستعراض تجارب التحميل للأوتاد المذكورة آنفاً حيث نستعرض المرجع المستخدم لتنفيذ تجارب التحميل – أجهزة تطبيق الحمولة–أجهزة قياس الحركة –إجراءات التحميل.

4-4-1 المرجع المستخدم لتنفيذ تجارب التحميل على الضغط والإجراءات المتخذة:

أجريت تجارب التحميل على الضغط للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد ASTM المواصفة D1143–81الفصل 2.4

4-4-2 أجهزة تطبيق الحمولة:

حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفة(modified 1995)D1143- 81الفصل 2.4

4-4-3أجهزة قياس الحركة:

حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفةD1143- 81الفصل 3.2.3-3.2.1 - 3.1

إجراءات التحميل: حسب الجمعية الأمريكية لفحص المواد المواصفةD1143- 81 –الفصل 4.2و/أو إجراءات التحميل النظامية.

تجهيزات الاختبار:

1– مكابس هيدروليكية.

2– مضخة هيدروليكية: مزودة بمقياس لقراءة الضغط المطبق ومزودة بمنظم هيدروليكي.

3– طاولة فولاذية: سماكتها 4cm أبعادهاm(4*6) تُحمل عليها المكعبات البيتونية حتى الحمل المطلوب، تطبق الحمولة على الوتد بواسطة المكابس الهيدروليكية التي تنقل هذه الحمولة إلى رأس الوتد وهذه التجهيزات مناسبة فقط للحمولات الشاقولية.

4 –أجهزة قياس الانتقالات: تم تجهيز جسرين معدنيين مرجعيين غير مرتبطين بجملة تطبيق الحمولة على الوتد وكل منهما يتوضع على جانب الوتد ومتوجهين بشكل عمودي على الجسور المعدنية الحاملة للصفيحة الفولاذية.

5–مقياس التشوه: أربعة مشعرات الكترونية موضوعة بشكل متساوي البعد على جوانب الوتد ومثبتة بالجملة الخارجية لقياس الهبوط.

تم لكل تجربة من تجارب التحميل الحقلية على الضغط

- **تحديد نتائج القياس لكل مرحلة من مراحل التحميل وذلك لقيم الهبوط مع الزمن لكل حمل جزئي حسب التزايد المطلوب حتى الوصول للحمل الكلي للتجربة**
- **تحديد نتائج القياس لكل مرحلة من مراحل نزع التحميل، وذلك لقيم الهبوط مع الزمن لكل حمل جزئي حسب التناقص المطلوب حتى رفع كامل الحمولة والرجوع للصفر**

❖ **نرسم منحني العلاقة بين الحمولة والهبوط لكل مرحلة من مراحل التحميل مع الزمن.**

❖ **نرسم منحني العلاقة بين نزع الحمولة والهبوط لكل مرحلة من مراحل نزع التحميل مع الزمن.**

❖ **نرسم البرنامج الزمني لتطبيق الحمولات ثم رفعها بشكل تدريجي.**

❖ **نرسم منحني العلاقة بين الهبوط النهائي والحمولة النهائية لكل مرحلة من مراحل التحميل ونزع التحميل.**

المقارنة بين وتد عامل ووتد تجريبي:

جدول (4-10) المقارنة بين وتد عامل ووتد تجريبي

نوع الوتد	الحمولة	حديد التسليح	سهولة الحركة للعمال وللفنيين
وتد غير عامل	2.5*الحمولة التصميمية	قص حديد التسليح	الحركة سهلة لعدم وجود أوتاد بالموقع
وتد عامل	1.5* الحمولة التصميمية	بقاء حديد التسليح	الحركة صعبة بسبب وجود أوتاد بالموقع

التجربة الأولى: أُجريت حسب الكود الأمريكي المواصفة(D1143- 81(modified 1995 نورد فيما يلي نتائج التجربة جدول (4-11)

جدول (4-11) حمولة الاختبار لوتد عامل قطر 90 سم

نوع الوتد	قطر الوتد[سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	حمولة الاختبار [طن]
وتد عامل	90	18	250	375=1.5*250

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25من الحمولة التصميمية في كل مرحلة وصولاً لحمل الاختبار المطلوب جدول (4-12).

جدول (4-12) ترتيب تطبيق الحمولات على وتد الاختبار قطر90 سم وتد عامل

150%	125%	100%	75%	50%	25%
375	312.5	250	187.5	125	62.5

مراحل نزع الأحمال للتجربة:تناقص الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25في كل مرحلة حتى نزع كامل الحمولة المطبقة، جدول (4-13)

جدول (4-13)ترتيب رفع الحمولات عن وتد الاختبار قطر90 سم وتد عامل

0%	25%	50%	75%	100%	125%
0	62.5	125	187.5	250	312.5

الشكل (4-44): تسجيل القراءات

الشكل (4-45): متابعة التجربة وتسجيل القراءات للتجربة الأولى

التجربة الثانية:أُجريت حسب الكود الأمريكي المواصفة(1995 (modified 81 -D1143 نورد فيما يلي نتائج التجربة جدول (4-13)

جدول (4-13)مواصفات وتد الاختبار للتجربة الثانية

نوع الوتد	قطر الوتد [سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	حمولة الاختبار [طن]
وتد مصبوب بالمكان	60	18	130	195=1.5*130

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25من الحمولة التصميمية في كل مرحلة وصولاً لحمل الاختبار المطلوب جدول (4-14)

جدول (4-14)ترتيب تطبيق الحمولات على وتد الاختبار قطر60 سم وتد عامل

150%	125%	100%	75%	50%	25%
195	175	140	105	70	35

مراحل نزع الأحمال للتجربة:تناقص الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25في كل مرحلة حتى نزع كامل الحمولة المطبقة جدول (4-15).

جدول (4-15)ترتيب رفع الحمولات على وتد الاختبار قطر60 سم وتد عامل

0%	25%	50%	75%	100%	125%
0	35	70	105	140	175

- تجارب التحميل على الضغط للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب الكود الأمريكي المواصفة D1143- 81(modified 1995)

المرحلة الأولى:مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25من الحمولة التصميمية في كل مرحلة وصولاً للحمل النهائي المطلوب 32.5 ton = (130*25/100)تزايد الحمولة في كل مرحلةton(32.5 - 65 - 97.5 - 130 - 162.5 – 195)

جدول (4-16)ترتيب تطبيق الحمولات على وتد الاختبار قطر60 سم وتد عامل

150%	125%	100%	75%	50%	25%
195	162.5	130	97.5	65	32.5

- ❖ 25%►32.5 ton
- ❖ 50%►65ton
- ❖ 75%►97.5ton
- ❖ 100%►130to
- ❖ 125%►162.5ton
- ❖ 150%►195ton

المرحلة الثانية:مراحل رفع الأحمال للتجربة:يتم رفع الحمولة لوتد الاختبار بمعدل % 25من الحمولة التصميمية في كل مرحلة وصولاً لرفع كامل الحمولة وصولاً للصفرتزايد الحمولة في كل مرحلة ton(162.5 - 130 -97.5 – 65 – 32.5 – 0)

0%	25%	50%	75%	100%	125%
0	32.5	65	97.5	130	162.5

- ❖ 125%►162.5 ton
- ❖ 100%►130ton
- ❖ 75%►97.5ton
- ❖ 50%►65 ton
- ❖ 25%► 32.5ton
- ❖ 0%►0ton

الشكل (4-50): متابعة التجربة وتسجيل القراءات للتجربة الثانية

الشكل (4-51): موقع إجراء التجربة و متابعة أخذ القراءات للتجربة

الشكل (4-52): متابعة التجربة ليلاً و أخذ القراءات

4-5تجارب التحميل على الشد:

تعد هذه التجارب من أفضل الطرق في تقدير الحمولة التصميمية للأوتاد حيث تُجرى هذه التجارب في معظم المشاريع الكبيرة على عدد محدد من الأوتاد للتحقق الفعلي من قوة الرفع للوتد المتوضع في تربة الموقع نفسه وتحليل سوك الوتد الفعلي عند تطبيق الحمولات الخارجية عليه.

4-5-1 تصميم وتنفيذ الجملة الإنشائية المقاومة لرد فعل المكابس الهيدروليكية نتيجة تطبيق حمولات الشد:

في البداية تم تصميم جائز معدني بشكل حرف (IB) عرض جناحه 22سم وارتفاعه 60 سم،وجد أن هذا الجائز غير قادر على تحمل الحمولات المنقولة له من المكابس الهيدروليكية والمقدرة 125 طن كما وجد أن الجائز يتعرض لانتقال شاقولي نحو الأعلى من مرتبة0.5 سم نتيجة تطبيق حمولات التجربة وهذا يؤثر على قياسات التشوهات لوتد الاختبار.

4-5-2 تعديل التصميم للجملة الإنشائية:

تم تصميم جملة إنشائية مركبة لمقاومة لرد فعل المكابس الهيدروليكية نتيجة تطبيق حمولات الشد على الوتد حيث تم تكبير المقطع بإضافة مقاطع أخرى ولتحقيق هذا الغرض تم إضافة جائزين معدنيين بشكل حرف (IB) عرض جناحه 22 سم وارتفاعه 60 سم.

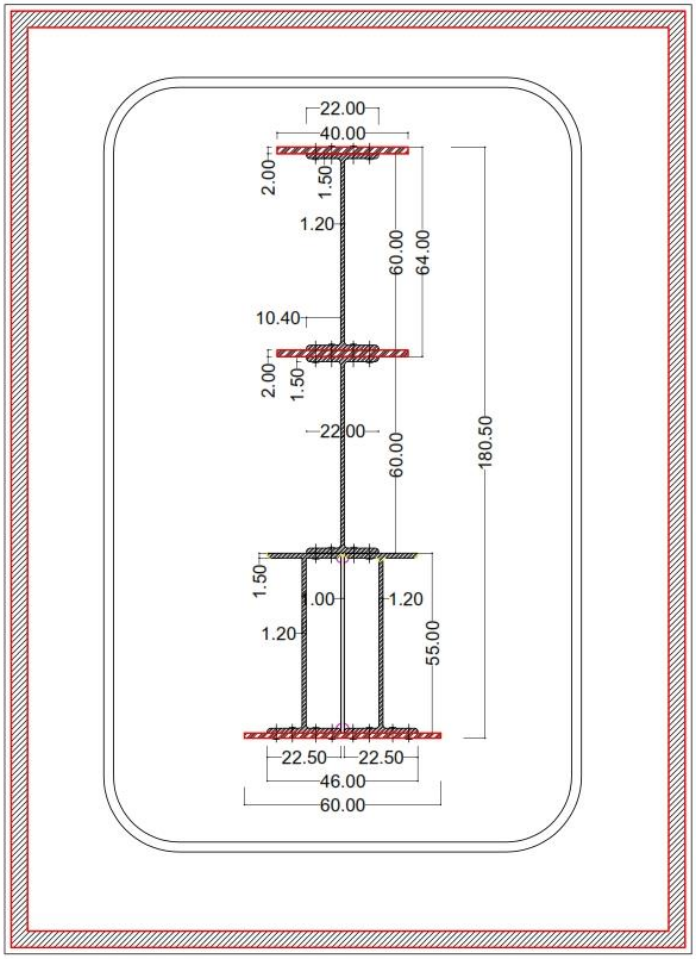
4-5-3 مراحل تنفيذ الجملة الإنشائية المركبة:

تم بناء مقطع مركب أصبحت معه التشوهات الشاقولية مهملة، تتكون الجملة بشكل رئيسي من ثلاثة أقسام رئيسية{ثلاثة جسور معدنية متمركزة فوق بعضها البعض}:

القسم الأول: تم إحضار جسر معدني طوله 12 متر تم قصه الى نصفين متساويين بطول 6 متر لكل جائز ووضع القسمين بجوار بعضهما البعض ووضع صفيحة سماكتها10 مم بطول 60 سم وتم لحام الجسرين على الصفيحة وصفيحة أخرى بينهما بشكل طولي سماكتها 10 ممليشكل الجسرين مع الصفيحتين جسم واحد.

القسم الثاني: تم إحضار جسر معدني طوله 365سمعرض الجناح 22 سم وارتفاعه 60 سم سماكة الجسم 12 ملم وسماكة الجناح 15 ملم تم تلحيمه مع القسم الأول بوضع صفيحة بينهما سماكتها 20 ملم بواسطة لحام اسباني نوعية بوهلر.

القسم الثالث: تم إحضار جسر معدني طوله 335 سم عرض الجناح 22 سم وارتفاعه 60 سم سماكة الجسم 12 ملم وسماكة الجناح 15 ملم تم تلحيمه مع القسم الثاني بوضع صفيحة بينهما سماكتها 20 ملم بواسطة لحام إسباني نوعية بوهلر ووضع صفيحة علوية طولها 40 سم سماكة 20 ملم وتلحيمها على الجناح العلوي للجائز.



الشكل (4-93)تفاصيل الجائز المركب المستخدم لتجربة الشد

بعد تنفيذ الجملة الإنشائية تم تركيب كيسنغ على القسم الأول بقطر 80 سم صفائح معدنية سماكة 10 مم لاستخدامها في تجربة الشد للوتد قطر 90 سم حيث يتم إدخال الكيسنغ داخل قضبان حديد التسليح لوتد الاختبار ثم تم اللحام لكل قضيب حديد تسليح على الكيسنغ بشكل كامل يوضح الشكل (4-94).

الشكل (4-94)تصميم وتلحيم الجوائز البسيطة الشكلة للجائز المعدني

كما تم تركيب كيسنغ على القسم الثالث بقطر 50 سم من صفائح معدنية بشكل برميل مفرغ سماكة 10 مم لاستخدامها في تجربة الشد للوتد قطر 60 سم حيث يتم إدخال الكيسنغ داخل قضبان حديد التسليح لوتد الاختبار على الشد ثم تم اللحام لكل قضيب حديد تسليح على الكيسنغ بشكل كامل.

4-5-4 ميزات الجملة الإنشائية المركبة:

يمكن الاستفادة من الجملة الإنشائية المركبة لتنفيذ تجارب التحميل الحقلية على الشد للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حيث تم بناء مقطع مركب أصبحت معه التشوهات الشاقولية مهملة يمكن استخدامه:

1- من جهة الكيسنغ الكبير[صفائح معدنية ملحومة بشكل برميل مفرغ سماكة 10 مم] ذوقطر الكبير 80 سم :تستخدم لأوتاد بأقطار مختلفة[100- 90 -80]سم

2- من جهة الكيسنغ الصغير[صفائح معدنية ملحومة بشكل برميل مفرغ سماكة 10 مم] ذوقطر الكبير 50 سم: تستخدم لأوتاد بأقطار مختلفة[70 -60- 50]سم

الشكل (4-95) التصميم النهائي للجائز المركب

4-5-5المرجع المستخدم لتنفيذ تجارب التحميل على الشد والإجراءات المتخذة :

أجريت تجارب التحميل على الشد للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان حسب الكود الأمريكي ASTMالمواصفة87 – D 3689.

أجهزة تطبيق الحمولة:حسب الكود الأمريكي المواصفة 87 – D 3689.

أجهزة قياس الحركة:حسب الكود الأمريكي المواصفة 87 – D 3689الفصل 4.3-4.4 – 4.5.

إجراءات التحميل:87 – D 3689–الفصل 4.2و– أو إجراءات التحميل النظامية.

4-5-6تجهيزات الاختبار:

1- مكابس هيدروليكية.

2- مضخة هيدروليكية: مزودة بمقياس لقراءة الضغط المطبق ومزودة بمنظم هيدروليكي.

3-جملة إنشائية مركبة: تطبق الحمولة على الوتد بواسطة المكابس الهيدروليكية التي تنقل هذه الحمولة إلى رأس الوتد وهذه التجهيزات مناسبة فقط للحمولات الشاقولية.

4-مقياس التشوه: مشعرين الكترونيين موضوعة بشكل متساوي البعد على جوانب الوتد ومثبتة بالجملة الخارجية لقياس الهبوط.

4-5-7 الإجراءات العملية لتنفيذ تجارب الشد للأوتاد البيتونية المصبوبة بالمكان:

4-5-7-1 يتم في البداية حفر الوتد ويوضع الحديد ويُصب الوتد بالقطر المطلوب والارتفاع المطلوب الشكل (4-96).

الشكل (4-96) متابعة أعمال الحفر و التأكيس و الصب للأوتاد البيتونية و موقع المحطة

بعد تصلب الوتد لمدة 56 يوم بسبب صب الوتد بالبيتون المقاوم للكبريتات[63] وبعد اختبار المكعبات البيتونية المأخوذة من صب الوتد ومعرفه مقاومه الوتد الفعلية للبيتون المصبوب يتم تجهيز الوتد لتجربة الضغط وذلك بترك الحديد التشاريك ليتم تلحيمه لاحقاً مع الجملة الإنشائية المركبة ثم تكسير رأس الوتد حوالي 50سم المصبوبة أصلاً زيادة فيه كما في الشكل رقم (4-97) يتم جلخ رأس الوتد وتفريغ التربة من جوانبه وتنظيف الحفرية بشكل تام بأبعاد مناسبة للحفرية بأبعاد حوالي3 ×4متر بحيث يكون منسوب الحفرية أخفض من منسوب سطح الوتد حوالي 10-15 سم ثم تفرش طبقة رمل مزار لتصفير الأرضية ويتم جلخ الوتد من الداخل وتسوية السطح تماماً.

الشكل (4-97) تكسير رأس الوتد وجلخ رأسه وتنظيف الحفرية للتجيز لتجربة الشد

4-5-7-2 طريقة التنفيذ:

يتم تنزل مكعبين مكعب واحد من كل طرف بحيث يبعد المكعب عن طرف الوتد حوالي 25 سم مع ملاحظة أن لكل مكعب خطاف من الأعلى أو خطافان للحمل والتنزيل ويوضع رمل المزار فوق المكعب لاستناد الصفيحة بشكل كامل ومنع الالتقاء الرأسي (بين رأس الوتد) مثل المسند أو المخدة بعد وضع الصفيحتين السفليتين نوضع المكبس الهيدروليكي،يتم تنزيل الجملة الإنشائية المركبة على الوتد المختبر بحيث يدخل الكيسنغ داخل الوتد وتكون قضبان التسليح المحلزنة من الخارج يتم معايرة الجملة الانشائية المركبة بالاتجاهين بواسطة الزئبقية لتصبح الجملة شاقولية تماما باتجاه المحور z وأفقية تماماً باتجاه المستوي الأفقي x, y

بعد ضمان استوائية الجملة الانشائية المركبة يبدأ تثبيتها على وتد الاختبار بواسطة اللحام بين الجملة الانشائية المركبة وقضبان الحديد المحلزن لوتد الاختبار بحيث يتم لحام كل القضبان على الكيسنغ لتصبح بعد اللحام الوتد مع الجملة الحاملة جسم واحد.

الشكل (4-98) طريقة تركيب الجائز المعدني باخل قضبان التسليح للوتد المختبر على الشد

طريقة تركيب المكعبات:الشكل رقم (4-99) بعد تنزيل المكعبين وتأكيسها على البعد حوالي 20–25 سم عن طرف الوتد يتم التحقق من استوائها تماماً ثم يتم وضع قليل من رمل المزار وتوضع فوقه صفيحة معدنية متمركزة في منتصف المكعب الذي يكون مستوي تماماً، نركب المكبس الهيدروليكي فوق الصفيحة المعدنية بحيث تبقى مسافة حوالي 5–10 سم بين الجك الهيدروليكي والجملة الإنشائية المركبة لذلك نضع صفيحة علوية فوق الجك.

الشكل (4-99) تثبيت الجائز المعدني المركب بواسطة اللحام على الوتد المختبر على الشد

تستند الصفيحة على المكعبات الأرضية بحيث يبقى ظفرين متناظرين من الأطراف، تكون الصفيحة زئبقيه ومستوية تماما حتى لا تميل الجكات مع الحمولة حيث المسافات مع المكعبات في الاتجاهين متناظرة كما في الشكل رقم (4-100)

الشكل (4-100) تركيب الكريكويات و تجهيز المؤشرات

قبل بدء التجربة تتم معايرة الساعات مؤشرات الضغط للمضخة الهيدروليكية ثم تتم معايرة المؤشرات لحساب الهبوط حيث توضع المؤشرات لقياس الهبوط تُركب على الجسور المعدنية وتُوضع رؤوسها على جسم الوتد بعد معايرة لساعات قراءة الضغوط تعاير الساعة على طرنبه الضغط الموصولة مع المكابس الهيدروليكية.

مرحلة تركيب مؤشرات قياس الهبوط:تثبت المؤشرات على الجسور المعدنية الحديدية المحمولة على الحوامل المعدنية، المؤشر مؤلف من علبه وحامل له ذراعان وساعة لقياس التشوه تثبت العلبة على الجسر الحامل المعدني (beamI) وتثبت ساعة قراءة التشوه على جسم الوتد البيتوني المختبر يجب أن تكون ساعة المؤشر شاقوليه يجب تصفير المؤشرات قبل البدء بالتجربة الشكل رقم (4-101) بعد الانتهاء من التحضيرات لإجراء التجربة ومعايرة مؤشرات قياس الهبوط وتجهيز المكابس الهيدروليكية تصبح التجربة جاهزة للتنفيذ.

4-5-8 مثال تطبيقي لتجربة تحميل حقلية على الشد:

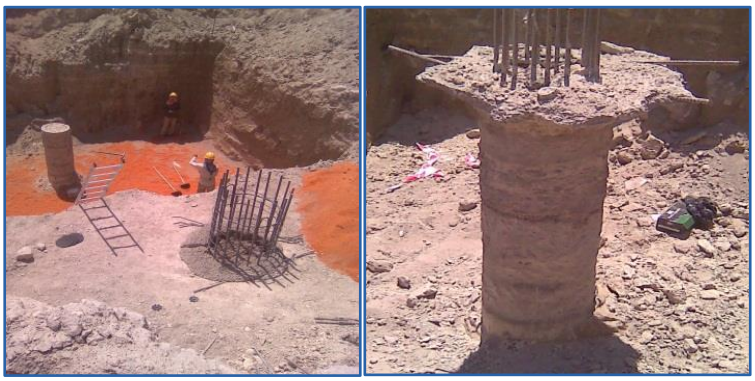
4-5-8-1 تجربة الشد وتد 60 سم وتد غير عامل جدول (4-40)

1- تم كشف 100 سم فقط من رأس الوتد وطبعاً بعد تكسير وقص وجلخ رأس الوتد بشكل أفقي تماماً.

2- تم قص 50 سم إضافية من رأس الوتد وذلك لكون التربة سلتيه عضويه مفككه وخشيه اختلاط البيتون مع التربة المفككة والمنهارة أثناء الصب لذلك تم قص 100 سم من رأس الوتد لضمان أن البيتون المصبوب نظيف ولا يحتوي أتربه مخلوطة مع البيتون وذلك ليضمن أن البيتون نظيف ومقاوم تم حساب مقاومه المكعبات البيتونية المصبوبة لهذا الوتد وذلك لتحقق من مقاومة البيتون قبل إجراء التجربة لتفادي ظهور شقوق مما يؤدي لانهيار الوتد بسبب طبيعة مادة جسم الوتد يبقى ظاهر من جسم الوتد حوالي 10-15 سم.

3-تم الحفر للمنسوب المطلوب ثم نضع رمل المزار في أرضيه الحفرة لوتد الاختبار لضمان الاستوائية للحفرية.

4- يتم تأكيس الحفرية حسب أبعاد3×4 م



الشكل (4-101)تأكيس الحفرية و فرش رمل المزار

جدول (4-40)مواصفات وتد الاختبار على الشد قطر60 سم غير عامل

نوع الوتد	قطر الوتد [سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	الحمولة النهائية [طن]
وتد مصبوب بالمكان	60	18	30	40

نقوم بتشغيل الكريكويات بعد توصيل الكهرباء إلى الطرنبه لرفع الكريكويات حتى يتم التلامس بين الصفيحة العلوية والجملة الإنشائية المركبة بحيث لا يحدث تشوه في المؤشرات عندما يتم التلامس ولا يحدث تغير في قراءة المؤشرات للتشوه عندها تكون الجملة الإنشائية المركبة أصبحت ملامسة للصفيحة العلوية، تجهز الاستمارات الخاصة بالتجربة وترقم المؤشرات بـ 1.2.3.4 مع جهة دوران عقارب الساعة من الشمال للجنوب وتبدأ الطرنبه بالضغط ونبدأ بأخذ القراءات يجب مراقبه المؤشرات بشكل دائم ومراقبه الضغط في ساعة الضغط في الطرنبه ليكون الضغط مستقر بشكل دائم أثناء إجراء التجربة وفي كل مرحلة من مراحل تطبيق الحمولات.

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي 25%من الحمولة التصميمية[ton] في كل مرحلة وصولاً للحمولة النهائية التي تساوي مرة ونصف الحمولة التصميمية جدول(4-2).

1- يتم وضع مكعب في كل زاوية ونضع عليهما وتُحمل عليه الصفيحة المعدنية التي بدورها تحمل الجك الهيدروليكي نلاحظ الصفيحة لها حلقتين لحملها بالرافعة يوضع صفيحتين فوق رأس الوتد مباشرة ثم يوضع الجكات فوق الصفيحة المعدنية ويجب الانتباه والملاحظة أن الصفيحة المعدنية السفلية يجب أن تكون زئبقية 100% فوق رأس الوتد لذلك يجب التأكد أن ورأس الوتد بعد قص الحديد وتكسير البيتون يجب جلخه بدقة بحيث يكون أفقي100% لأن عند وضع الصفائح المعدنية يجب إن تكون أفقيه فوق رأس الوتد ونلاحظ في هذه التجربة أنه تم جلخ رأس الوتد بشكل جيد ونلاحظ أن الصفيحة المعدنية تستند على رأس الوتد بشكل كامل وهذا ما يؤكد زئبقيه رأس الوتد أثناء جلخه.

الشكل (4-102) تجهيز لتجربة الشد

2- توضع الجكات وهنا يجب التحقق من المركزية الكاملة للجكات في منتصف الوتد فوق الصفائح المعدنية أي بعد وضع الصفيحتين المعدنيتين السفليتين توضع الجكات في مركز الصفائح بحيث تكون متمركزة فوق منتصف الوتد بشكل دقيق منعاً من عدم اللامركزية.

3- بعد التأكد من المركزية في وضع الجكات يتم وضع الصفيحة العلوية ذات نفس السماكة للصفيحتين السفليتين وتكون متمركزة أيضاً في منتصف الجكات بشكل متناظر مع الصفيحتين السفليتين سماكه الصفيحة العلوية مثل سماكه الصفيحة السفلية.

بعد وضع الصفيحتين السفليتين والجكات والصفيحة العلوية فوق الجكات يبقى مسافة 5-10سم فراغ بين الصفيحة العلوية الجملة الإنشائية المركبة وبالتالي لحد هذه اللحظة لم يتم التحميل على الوتد.

الشكل (4-103) تركيب الجكات وتوصيل الطرنبة لتجربة الشد

4- مرحلة تحضير الطرنبات وتوصيل الكبلات:كما وردت لتجربة الضغط.

5- مرحلة تركيب الجسور المعدنية الحاملة للمؤشرات تؤخذ شقله من رأس الوتد للأسفل بمقدار 10 إلى 15 سم على محيط الوتد وتُعلم بواسطة طبشورة أو قلم علام خاص حتى يتحقق بنفس المنسوب على كامل محيط الوتد.

6- طول الجسور المعدنية الحاملة للمؤشرات 3 متر أو أكثر تثبت بواسطة حوامل لكل جسر عدد 2 من كل طرف وهذا الحامل للجسر المعدني يجب دقة بالأرض بشكل جيد لمنع حركته أثناء التجربة لذلك يجب أن يكون ثابت تماماً ولا يسمح له بالحركة نهائياً لا بالاتجاه الأفقي ولا بالاتجاه الشاقولي كما يجب أن يكون بعيداً عن منطقة الاختبار الشكل رقم (4-104)

الشكل (4-104)متابعة وتسجيل القراءات لتجربة الشد

7- يوضع الجسم الحامل للمؤشر جسم مغناطيسي على الجسور الحاملةالايبيمات وتوضع ساعة المؤشر جسم الوتد المختبر قبل بداية التجربة نقوم بأخذ زئبقية ووضعها على الصفيحة السفلية الحاملة للجكات ونتأكد من الزئبقية على الصفيحة العلوية أيضاً كما نتأكد من الزئبقية للجسور الحاملة.

4-5-8-2 تجربة الشد وتد 90 سم وتد غير عامل:

يلاحظ في هذا الوتد أن الحديد العامل لم يقص بالمقص وتم فتحه الحديد للخارج بشكل يسمح بوضع الكيسنغ في قلب الوتد بحيث يتم جلخ السطح العلوي بالصاروخ وتسويته بشكل أفقي تماماً استوائيه رأس الوتد ثم توضع التسميكات فوقها ثم توضع الصفيحة العلوية فوق الجكات وهنا عدد الجكات اثنان.

جدول (4-41)مواصفات وتد الاختبار على الشد قطر 90 سم غير عامل

نوع الوتد	قطر الوتد [سم]	طول الوتد [م]	الحمولة التصميمية [طن]	الحمولة النهائية [طن]
وتد مصبوب بالمكان	90	18	50	125=2.5*50

مراحل تطبيق الأحمال للتجربة: تزايد الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25من الحمولة التصميمية [50 ton] في كل مرحلة وصولاً للحمولة النهائية التي تساوي مرتين ونصف الحمولة التصميمية جدول (4-42).

جدول (4-42)ترتيب تطبيق الحمولات على وتد الاختبار قطر90 سم غير عامل على الشد

النسبة المئوية	25%	50%	75%	100%	125%
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=0.25×50 12.5	=0.50×50 25	=0.75×50 37.5	=1.00×50 50	=1.25×50 62.5
الحمولة المطبقة فعلياً [طن]	12	24	36	48	60
النسبة المئوية	150%	175 %	200 %	225 %	250 %
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=1.50×50 75	=1.75×50 87.5	=2×50 100	=2.25×50 112.5	=2.5×50 125
الحمولة المطبقة فعلياً [طن]	72	84	96	108	125

مراحل رفع الأحمال للتجربة:تناقص الحمولة لوتد الاختبار يساوي % 25في كل مرحلة حتى نزع كامل الحمولة المطبقة جدول (4-43).

جدول (4-43)ترتيب نزع الحمولات على وتد الاختبار قطر90 سم غير عامل على الشد

النسبة المئوية	225%	200%	175%	150%	125%
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=2.25×50 112.5	=2×50 100	=1.75×50 87.5	=1.00×50 75	=1.25×50 62.5
الحمولة المطبقة فعلياً [طن]	108	96	84	72	60
النسبة المئوية	100%	75 %	50 %	25 %	0 %
الحمولة المحسوبة نظرياً [طن]	=1.00×50 50	=0.75×50 37.5	=0.50×50 25	=0.25×50 12.5	=0.0×50 0
الحمولة المطبقة فعلياً [طن]	48	36	24	12	0