Track stresses in Rails- Fasteners Ballaast and Sleepers

Dr. Ahmed A. Khalil

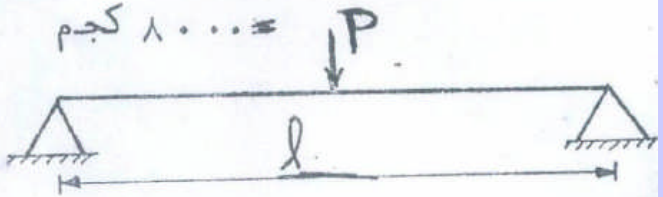
4th year Civil

Weeks 6 - 7

١ - ٣ تعيين الإجهادات في القضيب

١ - ٣ - ١ إجهاد الإنحناء وخط الانحناء للقضيب وعلاقته بمرونة مادة التزليط :

للسكه ذات الفلنكات الخرسانية والشائعه فى معظم أنحاء العالم فأن مرونه مادة التزليط تلعب دورا هاما عند تحديد خط الانحناء . فأذا ماعبر القضيب مرتكزا على عدد لانهائى من نقط الارتكاز وأهملت مرونه مادة التزليط فأنه يمكن حساب مقدار الانحناء تحت تأثير القوه وكما فى الشكل :



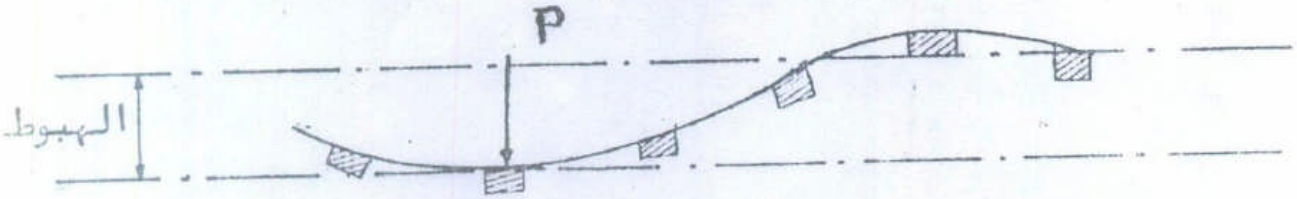
$$\Delta y = \frac{P \cdot l^3}{48 E I}$$

حيث E معامل صلب القضبان = ٢١٠ × ١٠^٦ كجم / سم^٢

I = ١٧٨٧ سم^٤ للقضيب ٤٩ كجم / متر

$\therefore \Delta y = 0.515$ سم

وحسب القياسات التى أجريت فأن مقدار الهبوط الحقيقى يتراوح مابين ١٠ ، ٢٠ مرة القيمه المحسوبه أى أن مرونه مادة التزليط تلعب دورا هاما ولايمكن أهمالها والشكل التالى يبين تأثير حمل واحد :



ويعتمد مقدار أجهاد أنحناء القضيب على مقدار هبوط الفلنكه

١ ـ ٣ ـ ١ ـ ١ معامـــــل الهبوط أ :

لبيان مرونه مادة التزليط وكذا أساس السكه فى حاله المرونه الكامله (أى عند تطبيق قانون Hookes Law) فأنه استحدث المعامل C بأنه الضغط الازم تحت الفلنه لكى تهبط ١ سم٠
فأذا كان الضغط تحت سطح الفلنكه P = كجم / سم^{٢} ومسطح التحميل الكلى A_s = سم^{٢} فأن المقدار أ

$$C = \frac{P}{\gamma}$$

كجم / سم^{٣} حيث γ = مقدار الهبوط بالسم

$$\gamma = \frac{2P}{C \cdot A_s}$$

والمقدار C يستنتج عن طريق تجارب عملية وهو يتراوح مابين ٥ ، ٤٠ كجم / سم^{٣} حسب نوع أساس السكه (مادة طينية ، رملية ، صخرية) وكذا نوع مادة التزليط٠

والجدول الاتى يبين القيم العملية التى يتراوح فيها معامل الهبوط لأنواع مختلفه الخصائص ومادة تزليـــــط مختلفه٠

نوع مادة التزليط	نوع مادة أساس المكة		
	تربة طفلية طينية رديئة	نوع خليط متوسطة	تربة طينية جيدة
رمل	٣ـ٨	٨ـ١٢	١٢ـ١٥
زلط	٤ـ١٠	١٠ـ١٥	١٥ـ٢٠
كسر بازلت	٥ـ١٥	١٥ـ٢٥	٢٥ـ٤٠

وتختلف هذه القيم اذا ماكانت التربة مهلهلة وكذا فى حاله الصقيع وفى مصر تؤخذ c = ١٥ كجم / سم^{٢}

١ـ٣ـ٢ معامل التأثير الديناميكى للسرعة β

لحساب الاجهادات فى السكة فأنه عادة مايتم عن طريق التحميل الاستاتيكى ولأخذ تأثير الاحمال المتحركة (الديناميكية) فأن القيمة عادة ما تضرب فى معامل التأثير الديناميكى للسرعة β هذه

وحسب الابحاث الاخيرة فأن المعامل β يستنتج لثلاثة مراحل للسرعة

أ ـ $V \leqslant$ ١٠٠ كم / الساعة

فإن $\beta_1 = 1 + \frac{V^2}{30000}$

ب ـ V من ١٠٠ كم / الساعة حتى ١٦٠ كم / الساعة

فإن $\beta_1 = 0.2382 + 1.53 \times 10^{-2} V - 0.44 \times 10^{-4} V^2 + 0.0051 \times 10^{-6} V^3$

جـ ـ $V >$ ١٦٠ كم / الساعة حتى ٢٠٠ كم / الساعة

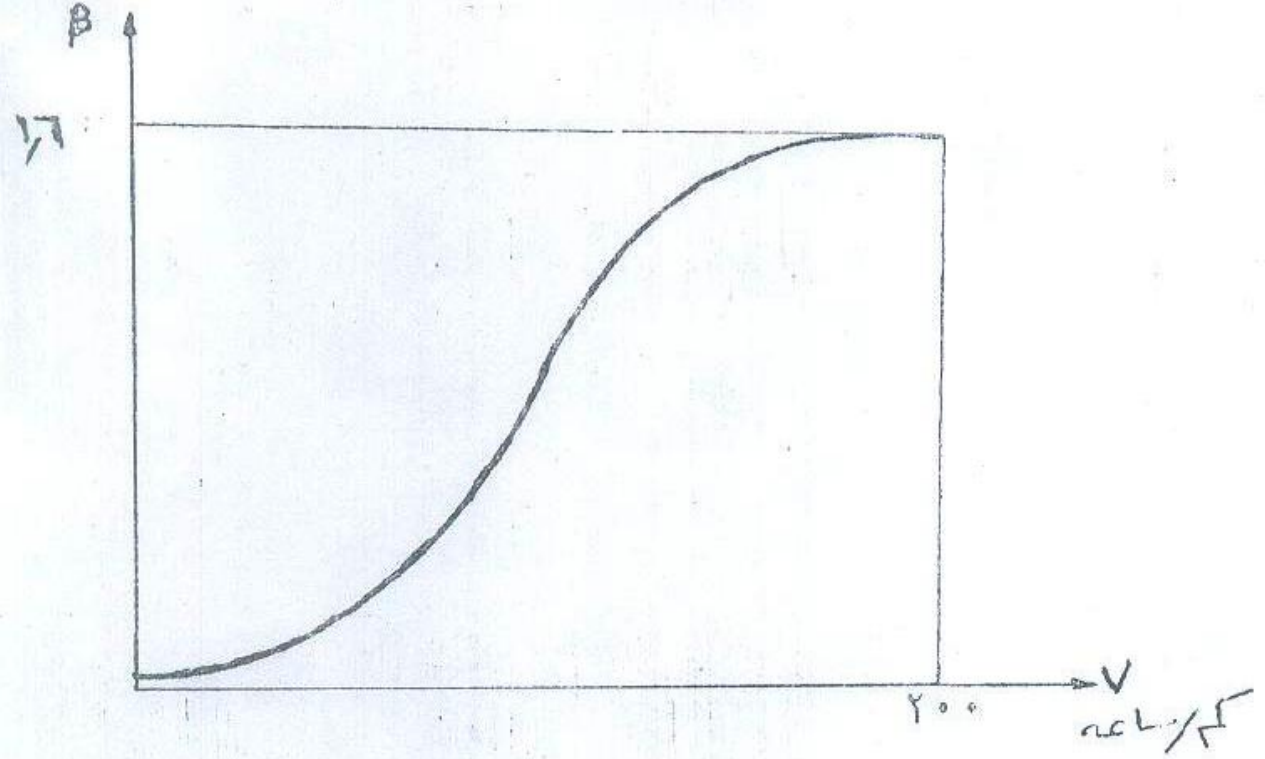
فإن β_1 = ١٫٦ (وهذا يستدعى عناية خاصة لتصميم العربة والقاطرة)

ومعادلة Schramm التالية تعطس قيما تقريبية فى حدود المسموح به ويمكن أستعمالهـــا

لأستنتاج قيمة β فى المدى من صفر حتى ٢٠٠ كم / الساعة

Scharmm

$$\beta_2 = 1 + \frac{4.5\,V^2}{100000} - \frac{1.5V^3}{10000000}$$



والجـــــــــدول التالى يبين مقارنه مابين B_2 ، B_I

٧ كم / الساعة	صفـــر	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠
β1	١ر٠٠	١ر٠٠٣	١ر٠١٣	١ر٠٣٠	١ر٠٥٣	١ر٠٨٣	١ر١٢٠	١ر١٦٣	١ر٢١٣	١ر٢٧٠	١ر٣٣٣
β2	١ر٠٠	١ر٠٠٤	١ر٠١٧	١ر٠٣٦	١ر٠٦٢	١ر٠٩٤	١ر١٣٠	١ر١٧٠	١ر٢١١	١ر٢٥٥	١ر٣٠
٧ كم / الساعة	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	
β1	١ر٣٩٦	١ر٤٤٩	١ر٤٩٥	١ر٥٣٢	١ر٥٦٠	١ر٥٨١	١ر٥٩٣	١ر٦٠٠	١ر٦٠٠	١ر٦٠٠	
β2	١ر٣٤٥	١ر٣٨٩	١ر٤٣١	١ر٤٧٠	١ر٥٠٦	١ر٥٣٨	١ر٥٦٤	١ر٥٨٣	١ر٥٩١	١ر٦٠٠	

وحسب مواصفات كل من ألمانيا الاتحادية وألمانيا الديمقراطية فأن قيمة β يجب أن لا تتعدى ١ر٦ حيث أن ذلك له تأثير سريع وضار على السكة وصيانتها لهذا وللسرعات العالية يجب أن تصمم العربات وكذا القاطرات بطريقة خاصة حيث تقلل الكتل الغير مزودة بالسوست .

٣-٣-١ أستنتاج كلاة تحليل المسكة:

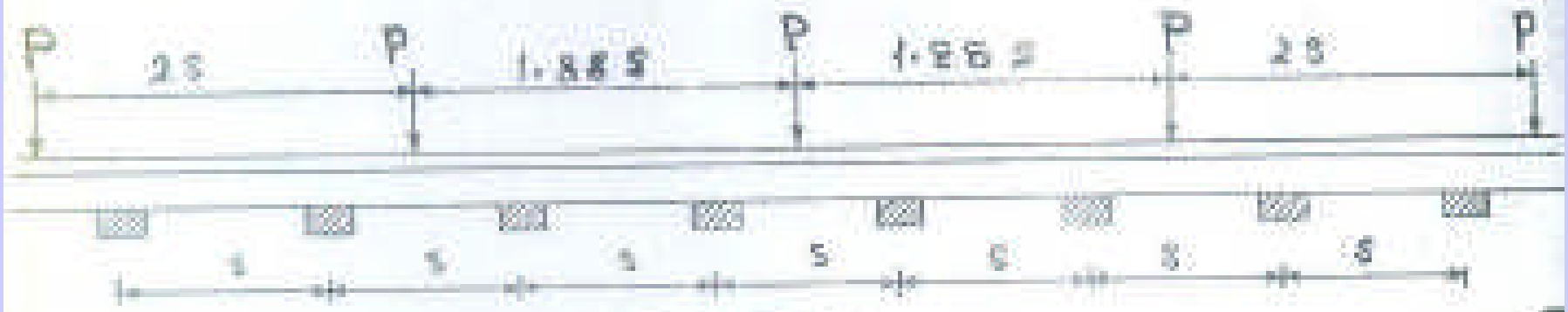
أ- طريقة الكتلة Winkler

أول محاولة لتحديد الأجهادات في المسكة قام بها Winkler سنة ١٨٧٠

وقد قرر أن القضيب يرتكز على عدد لانهائي من الركائز القصيرة مرنة أي أنه أعتبر هبوط الركائز

وبعد محاولات عديدة لحساب أستنتج أن أقصى عزم أنحناء يحدث في القضيب (M_{max})

يتم فيه حدوث التحميل على الشكل التالي:



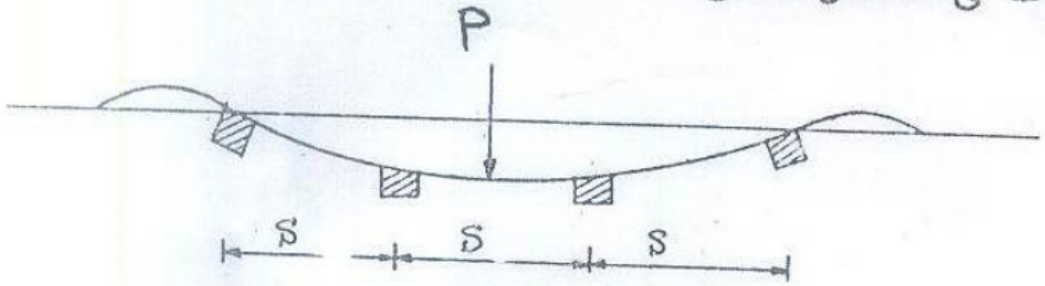
$M_{max} = 0.188 P.S$

وقد أن محاولة ماكسويل من الناحية الرياضية سليمة لكنها لا تطابق الواقع ولها العيوب التالية :

- الركائز غير ثابتة ولكنها تهبط تحت مرور الحمل .
- الأبعاد بين القوى المؤثرة مفروضة ولا تمثل الواقع .
- الأحمال متساوية وهذا غالبا يخالف للواقع .

ب ـ طريقة تسمرمان Zimmermann

أستنتج تسمرمان معادلة لحساب عزم الأنحناء فى القضيب آخذا فى الاعتبار الهبوط الذى يحدث للفلنكة لحمل واحد متحرك كما فى الشكل التالى :

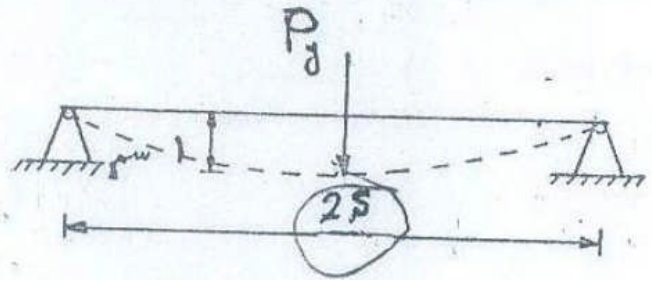


$$M_{max} = \frac{P \cdot S}{4} \times \frac{(7+8\gamma)}{(10+4\gamma)}$$

حيث γ مقدار ثابت له علاقة بهبوط القضيب والفلنكة . والمقدار γ يستنتج كما يلى :

$$\gamma = \frac{P_\gamma}{P_d}$$

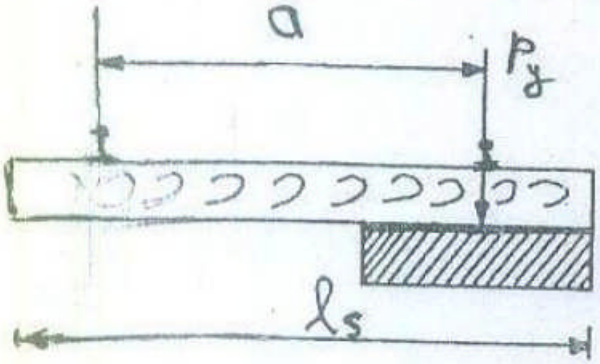
حيث P_γ هو مقدار الحمل الذى يسبب للقضيب هبوط مقداره ١ سم فى المنتصف اذا ما حمل على ركيزتين ثابتتين كما فى الشكل .



$$P_y = \frac{6EI}{S^3}$$

$$\text{وهـ} = \frac{\text{٦ E I}}{\text{ف}^3}$$

المقـــدار ض هـ هو الحمل على الفلنكة لكى تهبط اسم



$$\text{ض هـ} = \text{أ ب}_1 \underbrace{(\text{ل} - \text{أ})}_{\text{ف س}}$$

$$P_y = c \cdot b_1 (l_s - a)$$

$\therefore b_1$ = عرض الفلنكة الطولية

وحيث أن التحميل على سطح القضيب يكون عادة لأكثر من حمل متحرك فقد كان الهدف دائما هو البحث عن طريقة لتحديد كفاءة تحميل السكة آخذا فى الاعتبار حالة الحمل المتحرك الحقيقى ، هبوط الركائز تحت القضيب والطريقة التالية هى محاوله لذلك .