

مسألة:

ما هو الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء المسموح به للطريق مع سرعة تصميم 100 كم/ساعة، على افتراض أن الحد الأقصى المسموح به لمعدل التعلية هو 0.12؟ قارن هذا مع الحد الأدنى لنصف قطر المنحنى الموصى به من قبل AASHTO، ثم ما هو الحد الأقصى الفعلي لمعدل التعلية المسموح به بموجب معايير AASHTO الموصى بها لسرعة تصميم 100 كم/ساعة، إذا كانت قيمة f هي الحد الأقصى المسموح به من قبل AASHTO لهذه السرعة؟ حول الإجابة وصولاً إلى أقرب نسبة مئوية كاملة.

الحد الأدنى لنصف قطر الانحناء لسرعة التصميم 100 كم/ساعة:

$$R = \frac{V^2}{127(f + e)} = \frac{100^2}{127(0.12 + 0.12)} = 328 \text{ m}$$

نصف القطر الموصى به، م

السرعة التصميمية ، كم/سا	نصف القطر الأصغري، م
30	35
40	60
50	100
60	150
70	215
80	280
90	375
100	490
110	635
120	870

الحد الأدنى لنصف القطر
الذي أوصت به AASHTO
هو 490 متراً.

والحد الأقصى الفعلي لمعدل التعلية وفق معايير AASHTO الموصى بها لـ 100 كم/ساعة هو:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f = \frac{100^2}{127(490)} - 0.12 = 0.041$$

بالتقريب:

$$e_{\max} = 0.04 = 4\%$$

يتم تعديل المقطع العرضي للطريق من المقطع العادي إلى مقطع مرتفع بالكامل، وعند هذه النقطة يكون عرض الطريق بأكمله منحدرًا بميل e .

مسألة:

يبلغ نصف قطر المنحنى الأفقي الحالي 85 متراً، مما يقيد السرعة القصوى على هذا الجزء من الطريق بنسبة 60٪ فقط من سرعة تصميم هذا الطريق. يريد مسؤولو الطرق تحسين الطريق، ويفرض أن معامل

الاحتكاك الجانبي هو 0.15 ومعدل التعلية هو 0.08، احسب السرعة الحالية وسرعة التصميم وابحث عن نصف قطر الانحناء الجديد بفرض أن $f_{max} = 0.14$.

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(e_{max} + f_{max})} \quad \text{السرعة الحالية:}$$

$$85 = \frac{v^2}{127(0.08+0.15)} \Rightarrow V = 50 \text{ Km/h}$$

$\frac{50}{0.6} = 83.33 \text{ Km/h}$ السرعة التصميمية:
يجب أن نجد نصف قطر منحنى جديد من أجل السرعة التصميمية 83.33 كم/سا من الجداول نجد أن $f_{max} = 0.14$ وبالتالي:

$$R = \frac{(83.33)^2}{127(0.08+0.14)} = 248 \text{ m}$$

مسألة:

طريق سريع ذو مسارين بعرض (3.6 م) لكل حارة، مع سرعة تصميمية 100 كم/ساعة، لديه منحنى أفقي نصف قطره 400 م يربط الاستقامتين بزاوية قدرها 27° ، حدد معدل الرفع العرضاني، وطول الكلوتويد إذا علمت أن الفرق في الدرجة بين خط المحور وبين حافة الطريق المقطوع يقتصر على 1:200، ومحطات TS و SC و CS و ST، معطاة قياساً للمحطة PI هي 150+00، ويجب تقريب طول الكلوتويد إلى أعلى مسافة 20 مترًا. عامل الاحتكاك 0.12.

$$e = \frac{v^2}{127R} - f = \frac{100^2}{127(400)} - 0.12 = 0.08 \quad \text{نحدد معدل التعلية:}$$

نحدد طول التعلية وطول الكلوتويد من العلاقة:

$$L \geq 200 * e * W/2 = 200 * 3.6 * (0.08) = 57.6 \text{ m}$$

أي حوالي الـ 60 متر.

نحدد زاوية الكلوتويد وإحداثيات المحطة SC:

$$\tau = \frac{L}{2R} * \frac{180^\circ}{\pi} = 28.65 * \frac{60}{400} = 4.29^\circ$$

$$A^2 = L * R \Rightarrow A = 154.9$$

$$x = 60 - \frac{60^3}{40 * 400^2} = 59.966m$$

$$y = \frac{L^2}{6 * R} = \frac{60^2}{6 * 400} = 1.5 m$$

$$P = \frac{L^2}{24 * R} = \frac{60^2}{24 * 400} = 0.375 m$$

$$t_0 = (R + P) * tg \frac{\alpha}{2} = (400 + 0.375) tg \frac{27}{2} = 96.121 m$$

$$X_s = x - R * \sin \tau = 59.966 - 400 * \sin 4.29^\circ = 30.044m$$

$$T = t_0 + X_s = 96.121 + 30.044 = 126.165 m$$

$$\alpha' = 27 - 2 * 4.29 = 18.42^\circ$$

$$L_c = \frac{2. \pi. R. \alpha'}{360^\circ} = 128.5 m$$

$$Ts \text{ station} = P1 \text{ station} - T = 15000 - 126.165 = 14873.8 = 148 + 73.8 m$$

$$SC \text{ station} = TS \text{ station} + L = 14873.8 + 60 = 14933.8 = 149 + 33.8 m$$

$$CS \text{ station} = SC \text{ station} + L_c = 14933.8 + 128.5 = 15062.3 = 150 + 62.3 m$$

$$ST \text{ station} = CS \text{ station} + L = 15062.3 + 60 = 15122.3 = 151 + 22.3 m$$

مسألة:

بفرض أن نصف قطر المنحني الدائري 100 متر والسرعة التصميمية 50 كم/سا ومعامل الاحتكاك 0.15، أوجد ما يلي:

- 1- معدل الرفع العرضاني للمنحني في حالة الاستفادة من الاحتكاك الجانبي.
- 2- معامل الاحتكاك في حالة عدم تنفيذ الرفع العرضاني أو التعليق.
- 3- ما هو الرفع العرضاني المعادل أي عندما يكون الضغط على العجل الخارجي يساوي الضغط على العجل الداخلي.

$$e + f = \frac{v^2}{127 R}$$

$$e + 0.15 = \frac{50 \cdot 50^2}{127 \cdot 100} = 0.197$$

$$e = 0.197 - 0.15 = 0.047$$

في حالة $f=0$

$$e = \frac{50 \cdot 50^2}{127 \cdot 100} = 0.197$$

في حالة $e=0$

$$f = \frac{50 \cdot 50^2}{127 \cdot 100} = 0.197$$

ومن الناحية العملية لا يستخدم الرفع العرضاني عند سرعات أقل من السرعة التصميمية، حيث تتعرض العربات إلى الانزلاق إلى الأسفل نتيجة لتولد قوة طاردة مركزية صغيرة مقارنة بمركبة وزن العربة، وعندما تتوقف العربة على انحدار الرفع العرضاني عند المنعطفات تنعدم القوة الطاردة المركزية، ولذلك يجب أن يتساوى الرفع العرضاني بمعامل الاحتكاك حتى لا تنزلق العربة إلى الأسفل، وفي بعض الأحيان هناك صعوبة عملية للرفع العرضاني كما في حال التقاطعات وعندما يجب أن تقاوم قوة الاحتكاك القوة الطاردة المركزية وأن تحدد السرعات على هذه المنعطفات على هذا الأساس، أي:

$$e=0$$

$$f = \frac{v^2}{127 R}$$

الحد الأقصى يؤخذ عادةً 1:15 (0.067 متر لكل متر)، على أن لا يقل الحد الأدنى عن الميل العرضي اللازم لصرف مياه الأمطار.

مسألة:

طريق من حارتين يقع عليه منحنى أفقي بنصف قطر 480 متر، فإذا كانت السرعة التصميمية 80 كم/سا، أوجد قيمة التعلية الإضافية للمرور المختلط، وما هو ارتفاع الحافة الخارجية للرصيف بالنسبة لمحور الطريق في حال دوران الرصيف حول المحور الطولي للطريق.

$$e = \frac{(0.75v)^2}{127 \cdot R} = \frac{(0.75 \cdot 80)^2}{127 \cdot 480} = 0.059$$

وبما أنها أقل من 0.067 فإنه يمكن استخدامها، وبفرض أن عرض الرصيف 7 أمتار، يكون لدينا ارتفاع الحافة الخارجية للرصيف بالنسبة لمحور الطريق:

$$0.059 \cdot \frac{7}{2} = 0.206 \text{ m}$$

مسألة:

احسب قيمة الرفع العرضاني لمنعطف أفقي بنصف قطر 500 متر، وبسرعة تصميمية 100 كم/سا، علماً أن المرور مختلط.

$$e = \frac{(0.75 \cdot 100)^2}{127 \cdot 500} = 0.0885 \text{ m/m} > 0.067 \text{ m/m}$$

نأخذ القيمة 0.067 ونتحقق من معامل الاحتكاك العرضي:

$$f = \left(\frac{100^2}{127 \cdot 500} - 0.067 \right) = 0.157 - 0.067 = 0.09 < 0.15$$

وبالتالي التصميم مناسب بتعليق قيمتها 0.067 متر/متر.

مسألة:

إذا علمت أن السرعة التصميمية لطريق 80 كم/سا ويقع عليه منعطف أفقي بنصف قطر 200 متر، أوجد مقدار الرفع العرضاني لإمكانية السير بالسرعة التصميمية، وفي حال التقيد بالقيمة الأعظمية القصوى 0.067، احسب أقصى سرعة للمسير على هذا المنعطف.

$$e = \frac{(0.75 \cdot 80)^2}{127 \cdot 200} = 0.143 \text{ m/m} > 0.067 \text{ m/m}$$

نأخذ القيمة 0.067 ونتحقق من معامل الاحتكاك العرضي:

$$e + f = 0.067 + 0.15 = \frac{v_a^2}{127 \cdot 200}$$

$v_a = 74 \text{ km/h}$
وهي أقصى سرعة مسموح بها

مسألة:

أوجد طول منحنى الانتقال إذا علمت ان السرعة التصميمية 60 كم/سا، نصف قطر المنحني 220 متر، معدل التغير المسموح به للعجلة الطاردة المركزية 0.6 م/ثا²، معدل ميل منحدر التعليق في الاتجاه الطولي 0.6، اتساع الرصف بما فيه التعريض 7.2 متر.

1- طول منحني الانتقال بالنسبة لمعدل تغير العجلة الطاردة المركزية:

$$L = \frac{v^3}{46.5 * C * R} = \frac{60^3}{46.5 * 0.6 * 220} = 35.2 \text{ m}$$

2- طول منحني الانتقال بالنسبة لمعدل ميل منحدر التعلية في الاتجاه الطولي :

$$e = \frac{(0.75v)^2}{127 R} = \frac{(0.75 * 60)^2}{127 * 220} = 0.073 \text{ m/ m} > 0.067$$

يجب التحقق من إمكانية السير بسرعة 60 كم/ سا:

$$f = \left(\frac{v^2}{127 R} - e \right) = \left(\frac{60^2}{127 * 220} - 0.067 \right) = 0.063 < 0.15$$

لذلك يسمح بالسير على هذا المنعطف بالسرعة 60 كم/سا، ويكون مقدار الرفع العرضاني بالنسبة لمحور الطريق:

طول منحني الانتقال المطلوب:

$$L = \frac{50 * e * W}{\mu} = \frac{50 * 0.067 * 7.2}{0.6} = 40.2 \text{ m}$$

وبالتالي تؤخذ القيمة الأكبر أي 40.2 متر وتقرب إلى 45 متر.

مسألة:

إذا كانت سرعة السيارة على طريق أفقي ومستقيم 100 كم/سا، وكان نصف قطر انحناء المنعطف الأفقي 300 متر، احسب المسافة m الكائنة بين محور الطريق والنقطة التي يجب رفع الحاجز أو العائق عندها بالمتر، ثم احسب مقدار التعريض اللازم إعطاؤه للطريق في المنعطف إذا كان عرض الطريق 7 متر وعرض الجانب (الكتف) من كل طرف 2 متر.

$$\frac{3}{4} * 100 = 75 \text{ km/h}$$

سرعة السيارة في المنعطف:

$$L = \frac{v}{5} + \frac{v^2}{100} = \frac{75}{5} + \frac{75^2}{100} = 71.25 \text{ m}$$

مسافة الرؤية:

$$71.25 \text{ m} * 2 = 142.5 \text{ m}$$

مسافة الرؤية اللازمة في المنعطفات:

$$m = \frac{L^2}{8R} = \frac{142.5^2}{8 * 300} = 8.46 \text{ m}$$

حساب المسافة m:

حيث m المسافة الفاصلة بين محور حارة المرور الداخلية للمنعطف وبين خط الرؤية المماس للعائق في حالة الوقوف وحالة التجاوز.

حساب التعريض اللازم إعطاؤه للطريق في المنعطف لتفادي الاصطدام مع العائق (الحاجز)، ويساوي:

$$8.46 - (2 + 3.5) = 2.96 \text{ m}$$

أي يجب تعريض الطريق في المنعطف بمقدار 3 متر تقريباً من الجهة التي يوجد فيها الحاجز (العائق)، والنظام الأمريكي يعتبر أن الارتفاع المسموح للعقبات في المنعطفات يجب أن لا يزيد عن 0.6 متر (في حالة مسافة الرؤية للتوقف)، و1.17 متر (في حالة مسافة الرؤية للتجاوز).

مسألة:

تعطى نصف زيادة العرض الكلية في المنعطف الدائري (نهاية الكلوتويد) $D=70 \text{ cm}$ ، وطول الكلوتويد الكلي $L_k = 45.27 \text{ m}$ ، ماهي قيمة نصف زيادة هذا العرض من أجل النقطة الواقعة على بعد $L_1=18 \text{ m}$

نوجد قيمة ζ :

$$\zeta = \frac{L_1}{L_k} = \frac{18}{45.27} = 0.397 \sim 0.4 \text{ m}$$

$$D_1 = D(4\zeta^3 - 3\zeta^4) = 70 (4 * 0.397^3 - 3 * 0.397^4) = 12.3 \text{ cm}$$

وبالتالي فإن زيادة العرض الكلية تكون عند النقطة السابقة:

$$2D_1 = 2 * 12.3 = 24.6 \text{ cm}$$