

A pályatorzió vizsgálata szinuszos átmeneti íveknél

Torsion of the Sinusoidal Curve

Torsiunea curbei de racordare sinusoidală

Dr. KÖLLŐ Gábor¹, Dr. HERMAN Sándor²,
Dr. MOGA Petru¹, GUȚIU Ștefan¹

¹Kolozsvári Műszaki Egyetem

²Temesvári Műszaki Egyetem

Abstract

In this paper the torsion of the junction sinusoidal curves to determine the maximum torsion values is analyzed.

Összefoglalás

Ebben a tanulmányban a vasúti pályánál alkalmazott szinuszos átmeneti ív torzióját vizsgáltuk, és megállapítottuk azokat a pozíciókat amelyekben a kéttengelyű járművek torziója maximális.

Kulcsszavak: átmeneti ív, torzió, térgörbe.

A nagysebességű vasúti pályák tervezésénél az átmeneti ív hosszát (L) a másodrendű gyorsulásvektor $\overline{a_{II}}$ modulusának a korlátozásából kapjuk.

A másodrendű gyorsulásvektor nagyságának a meghatározásakor ismernünk kell a $T(m^{-1})$ pályatorzió értékét.

$$|\overline{a_{II}}| \leq a_{II\text{ meg}} \quad (1)$$

$$\overline{a_{II}} = v^3 \cdot c^2 \cdot \overline{\tau} + \left(3 \cdot a_r \cdot c + v^3 \frac{dc}{dl} \right) \overline{v} + v^3 \cdot c \cdot T \cdot \overline{\beta} \quad (2)$$

(v – állandó, a_r – állandó)

A $a_{II\text{ meg}}$ értékét a különböző geometriáknál a görbületváltozás ($\frac{dc}{dl}$) jellegének a függvényében választjuk ki.

- folytonos ($\frac{dc}{dl}$) függvény esetében $a_{II\text{ meg}} = 0,5 \text{ m/s}^3$
- töréses ($\frac{dc}{dl}$) függvény esetében $a_{II\text{ meg}} = 0,4 \text{ m/s}^3$
- szakadós ($\frac{dc}{dl}$) függvény esetében $a_{II\text{ meg}} = 0,3 \text{ m/s}^3$
- egyenes és körív csatlakozásánál $a_{II\text{ meg}} = 0,2 \text{ m/s}^3$

A pályatorzió a binormális egységvektor (β) irányának a változását méri és számszerűen jellemzi a vizsgált pontokban a térgörbe síkgörbétől való eltérését.

A torzió előjeles mennyiség, előjelét pozitívnak értelmezik, ha az $\vec{r}', \vec{r}'', \vec{r}'''$ vektorok jobb sodrású rendszert alkotnak.

A pályatorziót a következő összefüggéssel (3) határozzuk meg:

$$T = \frac{\vec{r}' \cdot \vec{r}'' \cdot \vec{r}'''}{c^2} = \frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{c^2} \quad (3)$$

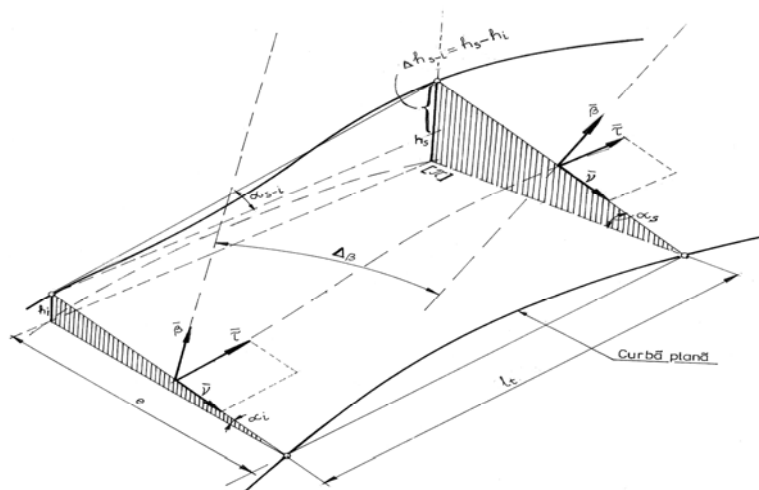
A pályatorzió meghatározásakor a következőkben a térgörbe görbületét az (x,y) síkú görbülettel helyettesítjük, mivel az így elkövetett hiba gyakorlati szempontból elhanyagolható.

Eddig az átmeneti ív pályatorzióit az átmeneti ív egy-egy pontjában határozták meg, kiválasztva azt a pontot, ahol a torzió a legnagyobb.

Figyelembe véve a vasúti járművek szerkezetét fontos, lenne a pályatorzió meghatározása egy bizonyos szakasz (tengelytávolság) végpontjain.

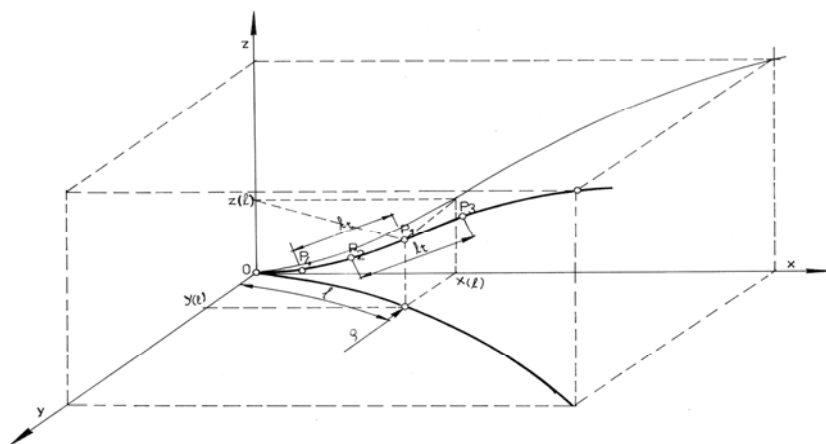
Így képet kaphatnánk, hogy egy vasúti jármű az átmeneti ívben való haladáskor hol lesz kitéve a legnagyobb csavarónyomatéknak.

Az l_t hosszúságon a β helyzetvektorok által meghatározott irányok $\Delta\beta$ szöget alkotnak. (1. ábra).



1. ábra

Éppen ezért a következőkben a 2. ábra szerint meghatározzuk a pályatorziót az átmeneti ív négy pontjában (P_1, P_2, P_3, P_4)



2. ábra

$$P_1\left(l = \frac{L}{2}\right) \quad P_2\left(l = \frac{L}{2} - \frac{l_t}{2}\right) \quad P_3\left(l = \frac{L}{2} + \frac{l_t}{2}\right) \quad P_4\left(l = \frac{L}{2} - l_t\right)$$

Így a tengelytávolság a P_1P_4 vagy P_2P_3 pontok által meghatározott távolság lesz.

A következőkben a szinuszos átmeneti ív torzióját számítjuk ki a három megadott pontban. Azért választottuk a szinuszos átmeneti ívet, mivel ez a térgörbe elégíti ki mind az 5 feltétlet amit egy átmeneti ív ki kell elégítsen.

A szinuszos átmeneti ív vektoriális egyenlete:

$$\vec{r}(l) = \vec{li} + \left[\frac{l^3}{6LR} - \frac{L}{4R\pi^2} \left(l - \frac{L}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{L} l \right) \right] \vec{j} + \left[\frac{hl}{2L} - \frac{h}{4\pi} \sin \frac{2\pi}{L} l \right] \vec{k} \quad (4)$$

$$\vec{r}'(l) \cdot \vec{r}''(l) \cdot \vec{r}'''(l) = \frac{2\pi^2 hl}{RL^4} \cdot \cos \frac{2\pi}{L} l - \frac{\pi h}{RL^3} \sin \frac{2\pi}{L} l \quad (5)$$

$$T = \frac{\vec{r}' \cdot \vec{r}'' \cdot \vec{r}'''}{c^2} = \frac{\frac{2\pi^2 hRl}{L^4} \cdot \cos \frac{2\pi}{L} l - \frac{\pi hR}{L^3} \sin \frac{2\pi}{L} l}{\left(\frac{l}{L} - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{L} l \right)^2} \quad (6)$$

Ahol: h = a terhelés a körívben
 L = az átmeneti ív hossza
 R = a körív sugara

A pályatorzió a P_i pontokban a következő képletekkel számítható:

$$P_1(l = 0.5L) \quad T(0.5L) = -\frac{4\pi^2 hR}{L^3} \quad (7)$$

$$P_2(l = 0.5(L - l_t)) \quad T[0.5(L - l_t)] = \frac{\frac{\pi^2 hR(L - l_t)}{L^4} \cos \frac{\pi}{L} (L - l_t) - \frac{\pi hR}{L^3} \sin \frac{\pi}{L} (L - l_t)}{\left[0.5 \left(1 - \frac{l_t}{L} \right) - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{\pi}{L} (L - l_t) \right]^2} \quad (8)$$

$$P_3(l = 0.5(L + l_t)) \quad T[0.5(L + l_t)] = \frac{\frac{\pi^2 hR(L + l_t)}{L^4} \cos \frac{\pi}{L} (L + l_t) - \frac{\pi hR}{L^3} \sin \frac{\pi}{L} (L + l_t)}{\left[0.5 \left(1 + \frac{l_t}{L} \right) - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{\pi}{L} (L + l_t) \right]^2} \quad (9)$$

$$P_4\left(l = \frac{L}{2} - l_t\right) \quad T\left(\frac{L}{2} - l_t\right) = \frac{\frac{2\pi^2 hR(0.5L - l_t)}{L^4} \cos \frac{2\pi}{L} (0.5L - l_t) - \frac{\pi hR}{L^3} \sin \frac{2\pi}{L} (0.5L - l_t)}{\left[\frac{0.5L - l_t}{L} - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{L} (0.5L - l_t) \right]^2} \quad (10)$$

Számpélda:

$L=281\text{m}$

$R=1300\text{m}$

$h=0,133\text{m}$

$l_t=17,00\text{m}$

$P_1(140,5)$

$P_2(132)$

$P_3(149)$

$P_4(123,5)$

1. táblázat

T	P	P₄	P₂	P₁	P₃
T(m⁻¹)		-0,00049	-0,000391	-0,000307	-0,00024

A pályatorziót a négy pontban az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A torziók közötti különbség P_1 és P_4 pontok között a legnagyobb: $0,000183 \text{ m}^{-1}$. A P_2 és P_3 pontok között a torziók különbsége $0,000051 \text{ m}^{-1}$.

Tehát egy kéttengelyű (17m tengelytávolságú) jármű legkritikusabb helyzete egy szinuszos átmeneti íven akkor következik be, ha a tengelyek a P_1 illetve a P_4 pontokban helyezkednek el. Ebben a pozícióban lesz a jármű a legnagyobb csavarónyomatéknak kitéve.

Összefoglalás

Ebben a rövid tanulmányban a vasúti pályánál alkalmazott szinuszos átmeneti ív torzióját vizsgáltuk és megállapítottuk azokat a pozíciókat amelyekben egy kéttengelyű jármű torziója maximális.

Felhasznált irodalom

- [1.] Köllő G., Nechita M., Suprastructuri de ferata pentru viteze mari, Ed. UTC-N 1994.
- [2.] Megyeri Jenő, Vasúti vágánygeometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1978.
- [3.] Jean Alias, La voie ferrée, Editions Eyrolles, Paris, 1977.