FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVII.

Kolozsvár, 2012. március 22–23.

CSÚSZÁSI TÉNYEZŐ MEGHATÁROZÁSA TEREPEEN

MÁTHÉ László

Abstract

If a vehicle leaves the on- road, and enters the terrain, its movement is determined by the physical and mechanical laws of terrain-vehicle interaction. The problem with the run-off-road accidents is that the effect of the soil physical properties are not known clearly, so that in many cases only approximate results can be provided by the accident analysts. Examinations of the soil-mechanic parameters, and creation of a soil database, which can help by the reconstruction of the road-leaving accidents, are important. Complex measurement series were performed by the colleagues of Department of Automotive Technology, Szent István University. The objects of the project were to create a soil-database, and determin the friction coefficient between tha vehicle body and the terrain surface. If the vehicle turns over, the friction coefficient has to be taken into account during the accident analysis. Exact values have to be given to the experts in order to get closer to the reality.

Key words:

Terramechanics, slide coefficient, soil-mechanical parameters

Összefoglalás

A Szent István Egyetem, Járműtechnika Tanszék munkatársaival egy összetett szabadföldi méréssorozatot végeztünk el. A kutatás elsődleges célja volt, hogy alapadatokat vegyünk föl, amelyek mint egy talaj-adatbázis alkalmazhatóak a terepi balesetek után a jármű haladásának vizsgálatánál. A mérések során vizsgáltuk a menetellenállásokat, melyek segítséget nyújtanak a sebesség meghatározásában. Jelen munka a talaj és a járműtest közötti súrlódási tényező meghatározásával foglalkozik. Abban az esetben, ha a jármű az épített útról lehaladva felborul, az oldalán, vagy tetején csúszva megáll. Fontos, hogy az igazságügyi szakértők kellően pontos információval rendelkezzenek a balesetelemzés során. Terepi mérésekkel elő kell segíteni a szakértői munka pontosabb végrehajtását. Az általunk elvégzett szabadföldi mérések eredményei ehhez nyújtanak pontosabb eredményeket.

Kulcsszavak:

Terepjáráselmélet, csúszási tényező, talajmechanikai paraméterek

1. Bevezetés

Közúti baleset esetén számos esetben előfordul, hogy az érintett jármű az épített utat elhagyja, majd a menetellenállások hatására megáll. A számos lehetőség közül az egyik jellemző eset, amikor a jármű az oldalára vagy tetejére borul, és a csúszási súrlódás következtében megáll [2]. Az igazságügyi szakértők feladata, hogy ilyen esetben is, a baleset körülményeit a lehető legpontosabban írják le. Ehhez nem csak a jármű, hanem a talaj tulajdonságait is ismernie kell. [1]

A Szent István Egyetem Járműtechnika Tanszék munkatársaival egy összetett szabadföldi méréssorozatot végeztünk el, amelynek egyik rész célja volt a talaj és a járműtest közötti csúszási

tényező, és annak befolyásoló tényezőinek meghatározása, különböző talajállapotokat figyelembe véve.

2. Csúszási tényező vizsgálata szabadföldi mérésekkel

A karosszéria-talaj közötti csúszási tényező meghatározásához szabadföldi méréseket végeztünk. A vizsgált UAZ-469B típusú járművet oldalára borítva, John Deere 6600-as traktorral vontattuk betonon, füves talajon, tarlón, hántott- és kultivátorozott területeken 5-10-15 km/h sebességgel (1-2. ábra).

1. ábra. UAZ előkészítése a vontatási vizsgálathoz

A vizsgálat során mértük a vonóerőt, nedvességtartalmat és a talaj hordképességére jellemző számot, a kúpos indexet (CI). A járművet a traktorra erősített villás emelővel borítottuk fel és vissza.

2. ábra. A vontató és vontatott jármű elhelyezése, ill. szabadföldi mérés füves területen

3. Mérőműszerek bemutatása

A mérések során alkalmazott főbb műszerek, eszközök a következők voltak:

- egyedi tervezésű vonószerkezet, átalakított villásemelő, talpmérleg
- 5 tonna teherbírású erőmérő cella, mérőakkumulátor
- Spider-8 típusú adatgyűjtő rendszer, mérőszámítógép
- Eijkelkamp-típusú Penetrologger
- SMM1-típusú helyszíni talajnedvesség-mérő
- talajmintavevő téglék

4. Eredmények

A vizsgálat során az ismert (1) és (2) összefüggést használtuk a csúszási tényező kifejezésére [3]:

$$F_v = \mu \cdot m_j \cdot g \cdot \cos\alpha \pm m_j \cdot g \cdot \sin\alpha \text{ [kN]} \quad (1)$$

$$\mu = \frac{F_v \cdot \cos\alpha}{m_j \cdot g} \mp \tan\alpha \text{ [-]} \quad (2)$$

ahol: F_v - vonóerő; m_j - jármű tömege; g - gravitációs gyorsulás; μ - csúszási együttható; α – lejtőszög
A vontatott jármű tömege 1310 kg volt, melyet talpmérlegekkel meghatároztunk. A vonóerőt minden mérés alkalmával rögzítettük. Minden talajfelszínen, eltérő sebességek mellett meghatároztuk a csúszási tényezőt (μ), melyeket az 1. táblázat foglalja össze. A mérések során minden esetben megmértük a talaj kúpos indexét (CI), amelyek 5 ill. 10 cm mélységben mért átlagértékét az 1. táblázat szemlélteti. A talaj fizikai összetételét laboratóriumban határoztuk meg. A laboreredmények alapján a vizsgált talaj vályogos homok volt. A talajfelszín borítottsága fontos tényező. A beton száraz felszín volt, szennyeződés nem borította. A füves talajt 5-10 cm magas összefüggő fűfelszín takarta, míg a tarlót a learatott gabonaszár mellett, 15-25 cm magas gyomnövények fedték. A tárcsázott területen csak gyér gyomnövényzet volt megfigyelhető, kultivált talajon nem volt növényborítottság. A talaj nedvességtartalmát csak közvetve, a kúpos indexen keresztül vettük figyelembe, mivel ennek nagysága függ a nedvességtartalomtól. A vizsgált terület lejtőszögét több szakaszon is megmértük, mely átlagosan $\alpha = 1,1^\circ$ volt. A csúszási tényező meghatározásánál ezt az értéket figyelembe vettük. Betonon $\alpha = 0^\circ$ volt a meredekség.

1. táblázat. A csúszási tényező vizsgálatának eredményei

Felület	v [km/h]	F_v [kN]	μ [-]	CI ₅ [N/mm ²]	CI ₁₀ [N/mm ²]	Megjegyzés
Beton	5	6,656	0,518	80	80	Száras, szenny. mentes
	10	5,447	0,424			
	15	5,201	0,405			
Füves talaj	5	7,847	0,591	2,146	2,345	5-10 cm növényzet
	10	8,045	0,607			
	15	8,231	0,621			
Tarló	5	12,232	0,932	0,809	1,185	15-25 cm növényzet
	10	-	-			
	15	-	-			
Tárcsázott (hántott)	5	12,407	0,946	0,427	1,498	Gyér növényzet
	10	13,013	0,993			
	15	-	-			
Kultivált	5	14,137	1,081	0,034	0,048	Nincs növényzet
	10	16,018	1,227			
	15	-	-			

5. Következtetések

Két merev test esetén a csúszási-súrlódási erő nagysága arányos a nyomóerővel, iránya pedig párhuzamos a felülettel. A csúszási együttható ebben az esetben a felület minőségétől függ. Más a

helyzet akkor, ha merev test, deformálódó felülettel érintkezik. Az 1. táblázatban látható, hogy terepen a csúszási tényező értéke nőtt a vontatási sebesség növekedésével, illetve minél lazább szerkezetűvé vált a talaj, annál nagyobb lett a csúszási tényező értéke is. Betonon az figyelhető meg, hogy a sebesség növelésével csökkent a tényező értéke. Ez annak köszönhető, hogy a többszöri ismételt vontatás következtében, a jármű oldala és a kiálló részek deformálódtak, megkoptak, így csökkent a csúszási tényező értéke. A vizsgálatokból levonható az a következtetés, hogy terepen a csúszási tényezőt több paraméter befolyásolja. Ezek hatása eltérő, szabadföldi mérések segítségével lehet meghatározni az egyes tagok jelentőségét, amelyek fontossági sorrendben így követik egymást:

$x_1 = \text{nyomóerő}$: nagyobb nyomóerő (járműtömeg) esetén nagyobb lesz a talajbesüllyedés, így a túrás jelenség nagyobb valószínűséggel fordul elő.

$x_2 = \text{felület minősége}$: a jármű ill. a talaj simább felülete kisebb csúszási tényezőt eredményez, ill. a növénytakaró elősegítheti a túrás kialakulását

$x_3 = \text{deformálódó felület anyaga}$: a kúpos index jellemzi, mely a talaj hordképességére jellemző szám, a nedvességtartalomtól és talaj mechanikai összetételétől (talajtípustól) nagymértékben függ

$x_4 = \text{felület nagysága}$: a járműtest érintkezési felülete a talajjal, befolyásolja a talajdeformációt, így növeli a túrás kialakulásának lehetőségét

$x_5 = \text{felület alakja}$: a járműtest egyes kiálló részei növelik a csúszási tényező nagyságát, ill. túrást idézhetnek elő

$x_6 = \text{sebesség}$: terepen a sebesség növekedésével a túrás mértéke növekszik

A csúszási tényező a fentiek alapján így írható fel:

$$\mu = \mu(x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6) \quad (3)$$

Terepen bekövetkező baleset során nem elegendő a szakirodalomban közölt értékekre támaszkodni, fontos, hogy helyszíni mérésekkel az egyes paraméterek jelentőségét meghatározzuk az adott esetre.

A kutatás a Támop-4.2.2.B-10/1 „A tehetséggondozás és kutatóképzés komplex rendszerének fejlesztése a Szent István Egyetemen” c. pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalom

- [1] KISS, P.: *Az off-road jármű és a talaj kapcsolata, mint a jármű sebességét és a balesetek bekövetkezését befolyásoló tényező*, Járművek és Mobil Gépek online folyóirat, www.vehilces.hu domain név alatt, 2009 II. évf. 5. szám, 459-473 oldal.
- [2] LAIB, L., MÁTHÉ, L., PILLINGER, GY.: *The effects of the off-road vehicle on the soil cohesion and internal friction*, Mechanical Engineering Letters Vol. 4., 73-91 oldal, HU ISSN 2060-3797
- [3] M. CSIZMADIA, B., NÁNDORI, E.: *Statika - Mechanika mérnököknek*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002, 369-418 oldal.

Máthé László, doktorandusz

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet, Járműtechnika Tanszék
2103, Magyarország, Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Telefon/Fax: +36-28-522-043

E-mail: Mathe.Laszlo@gek.szie.hu