

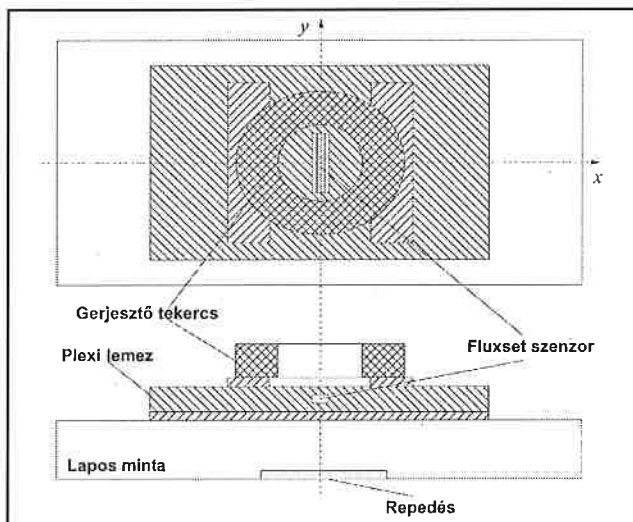
Elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálat nagy érzékenységű mágnesestér-mérő szenzor alkalmazásával

Vértesy Gábor¹ – Gasparics Antal¹ – Pávó József²

Bevezetés

Az elektromágneses elven alapuló roncsolásmentes anyagvizsgálati módszereket széles körben alkalmazzák különféle feladatok megoldására. A korábbiakban már ismertettünk egy olyan új mérési eljárást, amely az intézetünkben a mágneses tér nagy érzékenységű mérésére kifejlesztett technikán (Fluxset szenzor) alapul, és alkalmasnak látszik arra, hogy a jelenleg ismert eljárásoknál érzékenyebb mérési módszert, illetve ezen alapuló mérőberendezést hozzunk létre elektromosan vezető anyagból készült szerkezetek hibáinak roncsolásmentes felderítésére [1 – 3]. A módszer fő előnye és újszerűsége abban rejlik, hogy ez a mágneses tér nagy érzékenységű mérését kombinálja a hagyományos örvényáramú módszerrel. Ez egyrészt igen nagy érzékenységet biztosít, és ezáltal kisebb hibák is kimutathatók, másrészt lehetővé teszi a gerjesztési frekvencia jelentős csökkentését, ilymódon az anyag nagyobb mélységeiből jövő jelek is detektálhatók. A jelen munkában, a korábbi közlemények folytatásaképpen, az ezzel a mérés-technika alkalmazásával elért új mérési eredményeket mutatjuk be. Ismertetjük továbbá a mágneses térmérő szenzor egy másik sokat ígérő alkalmazási lehetőségét: a szórt mágneses tér mérésén alapuló vizsgálatot is.

A mágneses tér mérésére alkalmazott módszer (Fluxset) a hagyományos fluxgate magnetométerek egy speciális változatának tekinthető, és számos előnye van azokkal szemben [4]. Egyen és alacsony frekvenciájú (100 kHz alatti), 1 nT – 500 mT közötti értékű mágneses terek mérhetők az egyszerű áramköri kivitelű és egyszerű mechanikai felépítésű, emiatt kis méretű mérőszonda alkalmazásával; amelynek ugyanakkor nagy a stabilitása, ezért szélsőséges körülmények között is üzemeltethető.



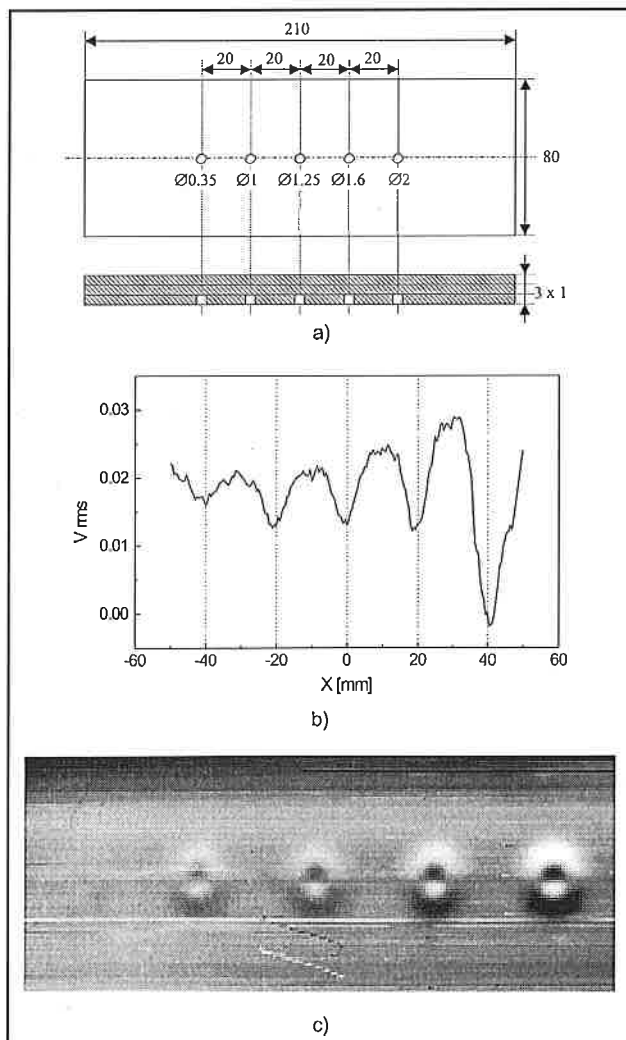
1. ábra. A mérési elrendezés vázlata

Örvényáramú mérések

Az 1. ábrán az örvényáramú mérés elrendezési elvi vázlata látható. A gerjesztő tekercs az örvényáramok létrehozására szolgál a vizsgálandó, elektromosan vezető mintában. A minta felületéhez közel elhe-

lyezkedő mágnesestér-mérő szenzor az örvényáramok által keltett mágneses teret méri. A szenzor a hosszirányú mágneses terekre érzékeny, a keresztirányú mágneses terekre érzéketlen. Ha az elektromos vezetőképességet befolyásoló bármilyen hiba található az anyagban (repedés, légbuborék, zárvány stb.), akkor ott az örvényáramok által keltett mágneses tér lokálisan megváltozik, ami a szenzor jelének változását okozza. Az ábrán feltüntetett helyzetben a mérendő mintában elhelyezkedő repedés a mintának a mérőfejjel ellentétes oldalán helyezkedik el. Mivel a mérési eljárás az alacsony frekvenciás gerjesztő tér hatására létrejövő perturbációt is nagy pontossággal ki tudja mutatni, ezért ez különösen alkalmas az ilyen jellegű hibák felderítésére, pl. a korábbi mérések során minden különösebb nehézség nélkül sikerült 10%-os mélységű (azaz a minta egész vastagságának 10%-át kitevő) hátoldali repedéseket kimutatni 1.25 és 5 mm vastagságú rozsdamentes acél mintákban (lemezekben és csövekben).

A 2/a ábra alumínium lemezeket mutat, amelyek közül a legalsóban különböző méretű furatok helyezkednek el. Ezt a mintát mértük a fent ismertetett örvényáramú módszerrel, a mérőfejjel végigpásztázva a minta lyukakkal ellentétes felületét. Egy vonal menti pásztázás (3 mm-re



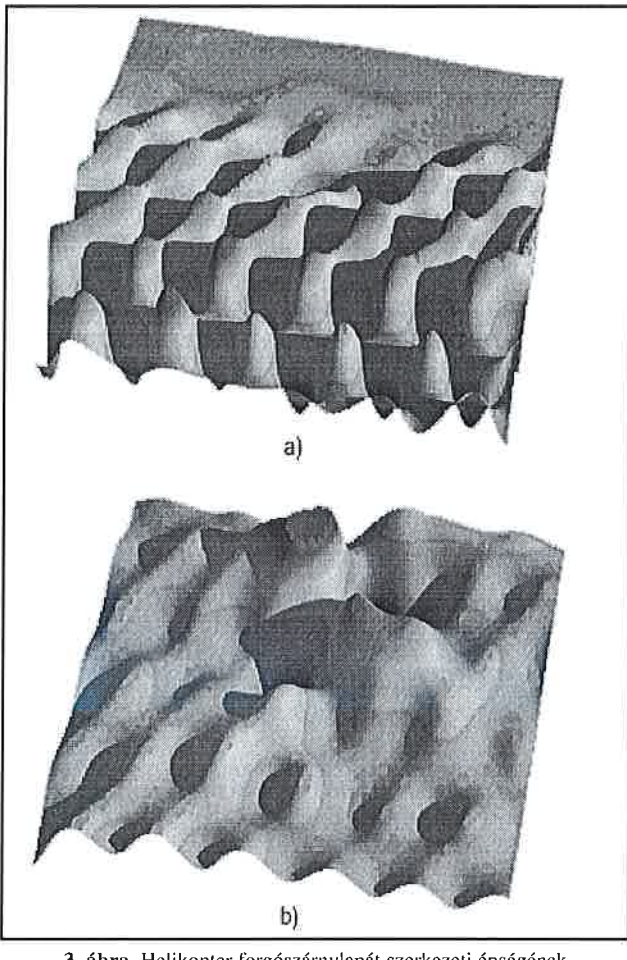
2. ábra. Alumínium lemezben elhelyezkedő lyukak kimutatása örvényáramú módszerrel

¹Magyar Tudományos Akadémia, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szélessávú Hírközlés és Villamosság-tanszék

a minta középvonalától) eredménye látható a 2/b ábrán, míg a 2/c ábra a teljes felületi pásztázás során felvett lyukak kétdimenziós képét mutatja. Jól látható, hogy még a 0.35 mm átmérőjű, 1 mm mélységű lyuk is jól detektálható a lyukakkal átellenes oldalról mérve.

A mérési módszer kiváló alkalmazhatóságát bizonyítja a helikopter forgószárnylapjainak vizsgálata is. Ebben az esetben a cél az volt, hogy a rotorszárny üreges szerkezetének állapotáról képet kapjunk roncsolásmentes módszerrel. A méréseket a fent ismertetett mérőfej segítségével végeztük el, a rotorszárny külső felületének letapogatásával. Illusztráció gyanánt a 3. ábrán bemutatjuk egy ép, valamint egy sérült terület képét. Az ábrán jól megfigyelhető, hogy az üreges részek deformálódása jól kimutatható a felületről elvégzett mérés segítségével.

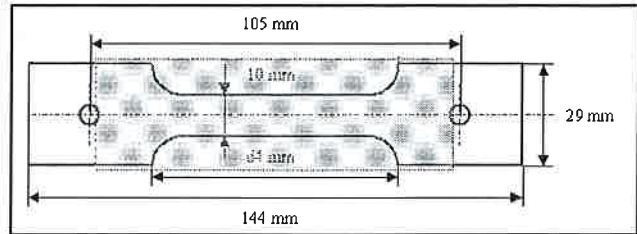


3. ábra. Helikopter forgószárnylapát szerkezeti épségének (integritásának) vizsgálata örvényáramú módszerrel, a) az ép terület képe, b) a sérült terület képe

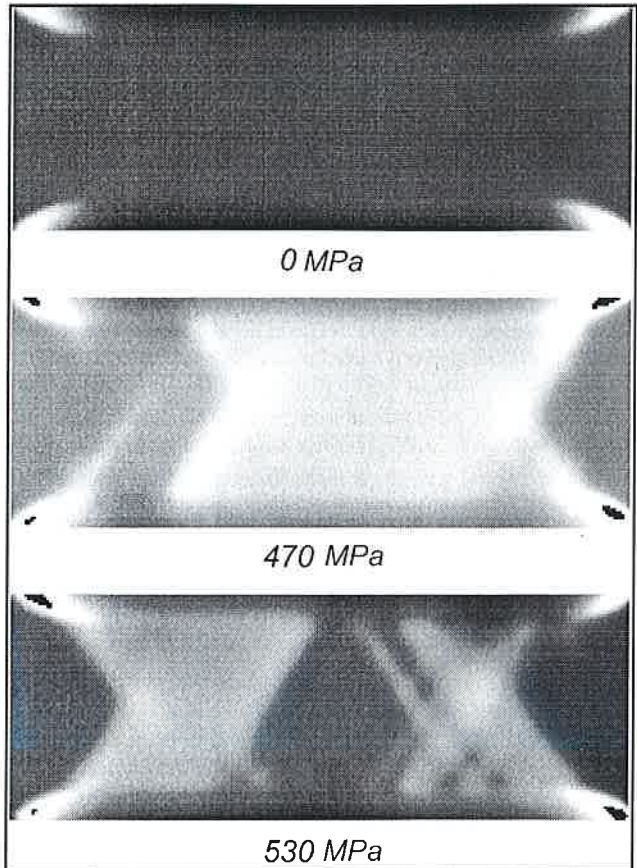
Szórt mágneses terek mérése

A mágnesestér-mérő szenzor másik lehetséges, sokat ígérő alkalmazási területe a szórt mágneses terek mérése, amellyel többek között a ferromágneses anyagból készült minták szerkezeti elváltozásaira, a kifáradására, vagy a hegesztési varratok állapotára lehet következtetni. Ebben az esetben a mérési módszer könnyű alkalmazhatósága mellett különösen a szenzor érzékenysége és igen jó térbeli felbontása az a tulajdonság, amely ezt a módszert a jelenleg is alkalmazott, főleg Hall-szondás mérésekkel szemben versenyképesé teheti.

A módszer illusztrálására A533B típusú ferrites acélból készült próbatestet vizsgáltunk. Az anyag 3%-nál kevesebb Mn, Ni, Mo és Cu ötvöző anyagot tartalmazott. A próbatest alakja és méretei a 4. ábrán vannak feltüntetve (a lemez vastagsága 2 mm). Mérés előtt a próbatestet monoton növekvő, a csúcson 540 MPa nagyságú húzófeszültséggel terheljük, majd 79,6 kA/m (1 kOe) erősségű, a próbatest hossz tengelyével párhuzamos irányú mágneses tér hatásának tettük ki, és megmértük a felülettel párhuzamos irányú szórt mágneses teret a



4. ábra. A szórt mágneses tér mérésénél használt próbatest geometriája



5. ábra. A 4. ábrán szereplő, a mérés előtt különböző nagyságú húzófeszültségnek kitett próbatest felülete mentén mérhető mágneses tér eloszlása. (Az ábrán csak a 4. ábrán kijelölt terület képe látszik.)

Fluxset szenzorral X és Y irányban végigpásztázva a felületet. Az 5. ábra mutatja a felületi pásztázás után kapott képet, a mágneses tér eloszlását a szenzor X irányú (próbatest hossz tengelye) elrendezése esetén. Jól látható az anyag szerkezeti változása miatt kialakuló Lüders-sávszerkezet.

Hivatkozások

- [1] Vértesy Gábor: A mágneses tér nagy érzékenységű mérési módszere és alkalmazása az elektromágneses roncsolásmentes anyagvizsgálatban, Anyagvizsgálók Lapja, 1999/2, 72. old.
- [2] A. Gasparics, Cs. S. Daróczy, G. Vértesy, J. Pávó: Improvement of ECT probes based on Fluxset type magnetic field sensor, in Electromagnetic Nondestructive Evaluation (II), Eds: R. Albanese et al., IOS Press, 1998, pp. 146-151
- [3] A. Gasparics, G. Vértesy, I. Sebestyén, D. Roger, T. Takagi: Performance analysis of the Fluxset based ECT probe on JSAEM Inconel 600 benchmark tube specimens, in Electromagnetic Nondestructive Evaluation (V), Eds.: J. Pávó, G. Vértesy, T. Takagi and S.S. Udpa, IOS Press, 2001, pp. 317-324
- [4] G. Vértesy, A. Gasparics, J. Szöllösy: High sensitivity magnetic field sensor, Sensors and Actuators A, 85 (2000) 202.