

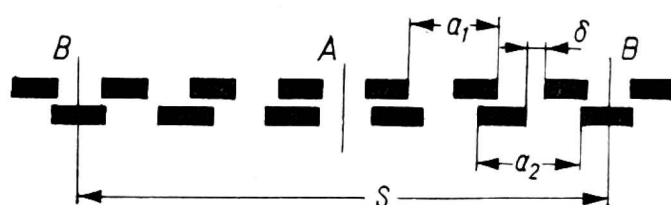
BADANIE DEFORMACJI POWIERZCHNI ZA POMOCĄ PRAŻKÓW MORA

Bronisław Chudzik

Instytut Budownictwa Rolniczego, — Akademia Rolnicza we Wrocławiu

W pracy tej przedstawiono zastosowanie eksperymentalnej metody badania płaskich powierzchni z ciągłą rejestracją jej deformacji [2, 3]. W metodzie wykorzystuje się zjawisko geometrycznej interferencji światła, które zachodzi przy nałożeniu systemu linii punktów lub innych elementów. Rezultatem interferencji jest nowy obraz — obraz prążków mora (franc. moire'a). Rejestrację prążków mora przeprowadza się za pomocą aparatu fotograficznego lub kamery filmowej.

Schemat powstawania prążków mora przedstawiono na rysunku 1.

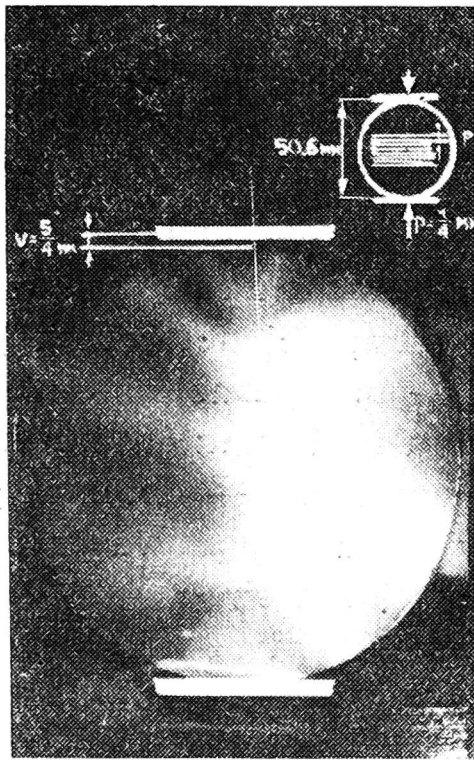


Rys. 1. Schemat powstawania prążków mora; a_1 — krok rastra pierwszego systemu, a_2 — krok rastra drugiego systemu, S — krok prążka mora, B — oś ciemnego prążka mora, A — oś jasnego prążka mora

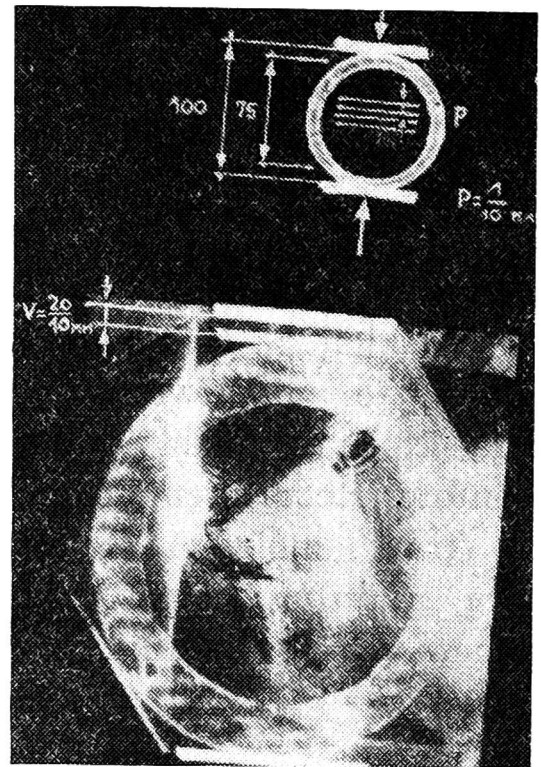
Jeżeli krok rastra a różni się o wielkość ε o tyle, że $a \neq a + \varepsilon$, to w pewnej części interwału równym krokowi prążków mora S można założyć przykrycie białych linii wyjściowych czarnymi liniami drugiego systemu. Znaleźć można również jedną linię białą pierwszego systemu przykrytą w pełni ciemną linią drugiego systemu. Osie tych linii przedstawiają oś ciemnego prążka mora. Podobnie można mówić o osi białego prążka mora.

BADANIA WYKORZYSTUJĄCE RASTER NANIESIONY NA BADANY DETAL

W tym schemacie badawczym raster naniesiono na powierzchnię przekroju poprzecznego detalu, a w bliskiej odległości od niego ustawiono przezroczystą płytę szklaną z naniesionym rastrem wzorcowym. Przy deformacji detalu następowała również deformacja rastra naniesionego na detal. „Zdeformowany” raster interferuje z rastrem wzorcowym. Uzyskany obraz prążków mora można obserwować gołym okiem, a do ich rejestracji można użyć aparat fotograficzny lub kamerę.

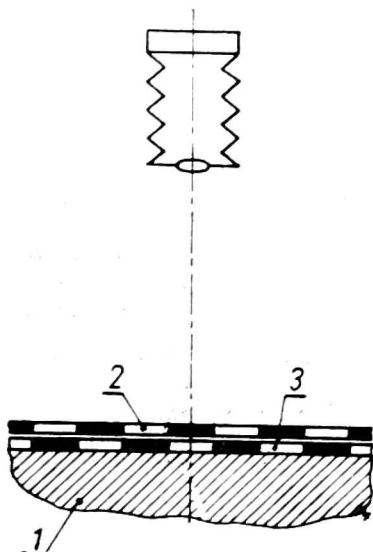


Rys. 2. Morogram dysku aluminiowego



Rys. 3. Morogram rurki drenarskiej

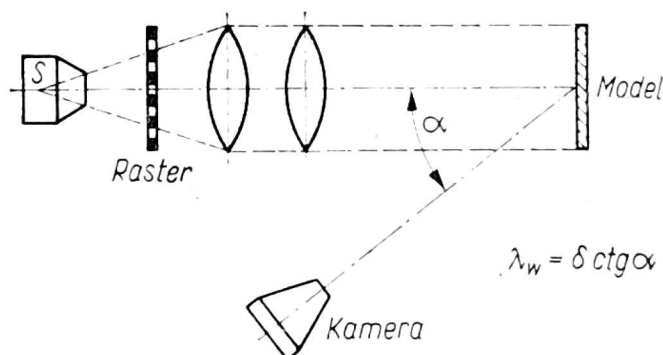
Powyższą metodę zastosowano do badań deformacji dysku aluminiowego oraz ceramicznej rurki drenarskiej. Wymiary i wielkość deformacji zamieszczono na rysunkach 2 i 3. Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat stanowiska badawczego; 1 — powierzchnia przekroju poprzecznego detalu, 2 — raster wzorcowy, 3 — raster naniesiony na detal

BADANIA WYKORZYSTUJĄCE RASTER RZUTOWANY NA MODEL

W tej metodzie obrazy prążków otrzymujemy drogą fotografowania na jednym negatywie projekcji rastra na powierzchnię modelu przed deformacją i po deformacji [1, 5, 6]. Obserwowanie bezpośrednio powstających prążków w tej metodzie jest niemożliwe. Zasadę badania przy wykorzystywaniu tej metody ilustruje rysunek 5.



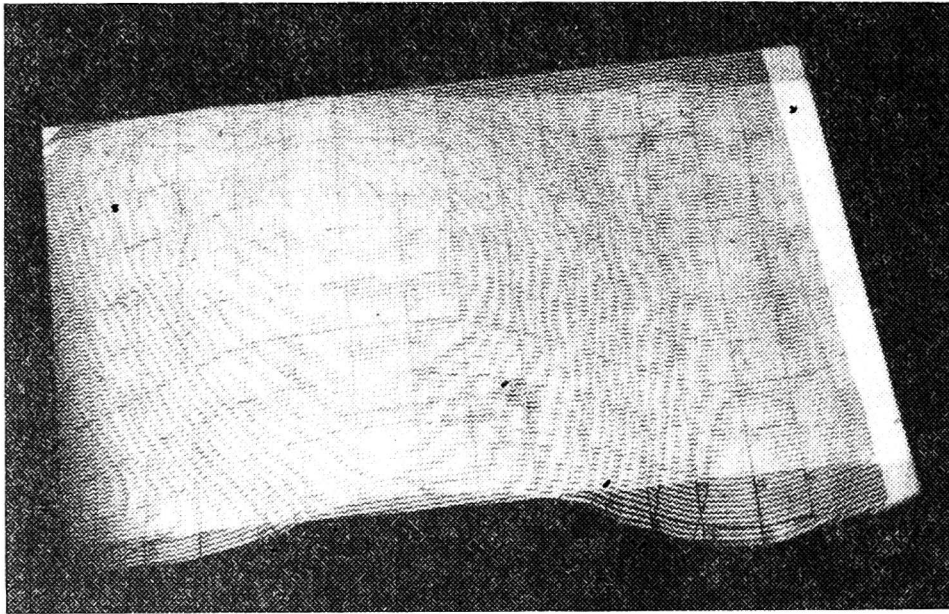
Rys. 5. Schemat stanowiska badawczego

Na powierzchnię modelu 1 rzuca się raster w wiązce światła równoległego pod pewnym kątem α . Linie rastra rzuca się w taki sposób, aby były prostopadłe do normalnej na badanej powierzchni w stanie niezdeformowanym, a aparat fotograficzny 3 (rys. 5) ustawia się tak, aby jego oś optyczna była ortogonalna do powierzchni modelu.

Fotografując obraz rastra dwa razy na jeden negatyw, raz w stanie niezdeformowanym, a potem zdeformowanym otrzymamy obraz prążków mora.

Tą metodą badano fragment modelu terenu, opracowanego wcześniej za pomocą metod geodezyjnych. Warstwie wyznaczono przy pomocy siatki kwadratów. Odległość warstw wynosi 10 mm. „Warstwie wykreślone” z zastosowaniem rastra są wykreślane co 2,5 mm. Na rysunku 6 znajdują się warstwie wykreślone metodami geodezyjnymi i „wykreślone” za pomocą rastra. Analizując je można stwierdzić, że na stokach o stałym nachyleniu warstwie idealnie pokrywają się z prążkami mora. W terenie pofałdowanym nie ma pełnej zgodności warstw z prążkami mora. Wynika to z techniki pomiaru metodą siatki kwadratów, w której punkty pomiarowe stanowią punkty przecięcia siatki. W pozostałych punktach (wewnątrz siatki) nie wykonuje się pomiaru. Przy zastosowaniu metody mora każdy punkt terenu jest odwzorowany.

Prezentowany fragment modelu jest jednym z wielu wykonanych w czasie badania dynamiki zmian dna koryta cieku pod wpływem płynącej wody. Ponieważ zmiany dna w czasie badań nie następowały szybko, do badań użyto aparat fotograficzny Praktica FX, za pomocą którego w określonym przedziale czasowym fotografowano deformowany model. W



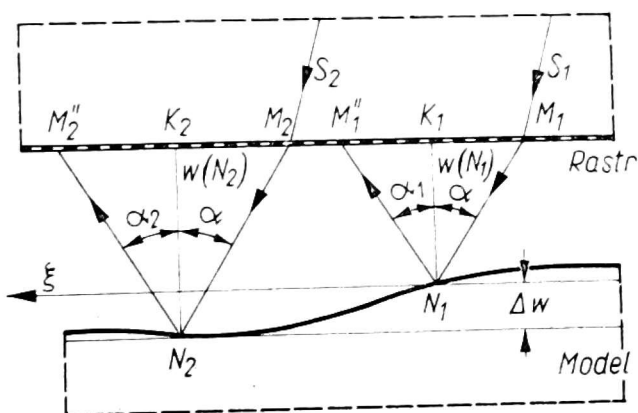
Rys. 6. Morogram rzeźby terenu

przypadku szybko zmieniającej się deformacji powierzchni do badań należy użyć kamery z odpowiednią częstotliwością przesuwu taśmy filmowej.

BADANIA Z WYKORZYSTANIEM RASTRA ODBITEGO OD MODELU

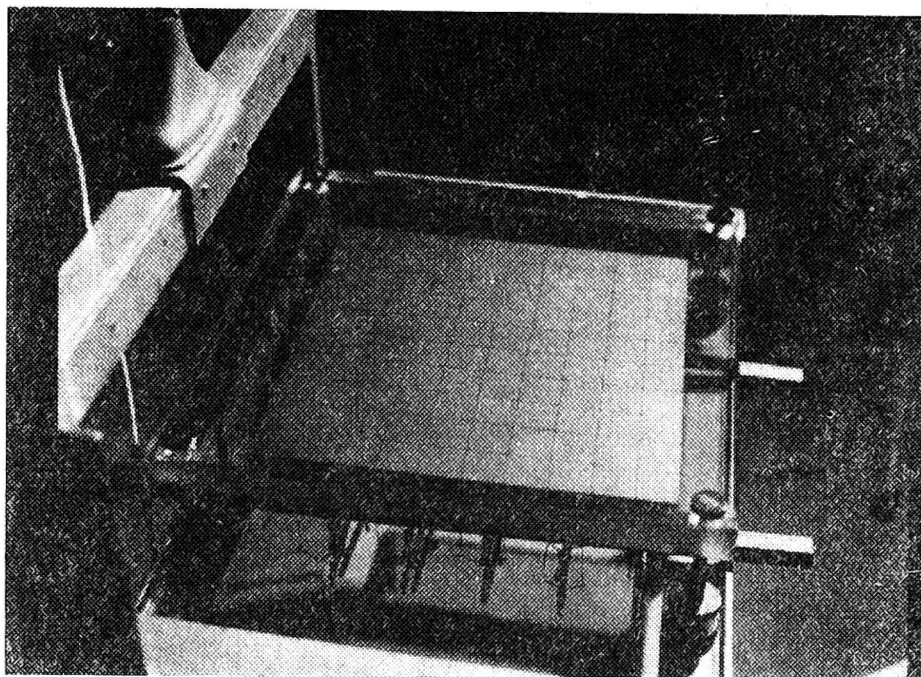
Jeżeli model znajduje się w stanie nie odkształconym, to odwzorowanie (odbicie) rastra na powierzchni modelu będzie nieskażone, tj. powstaje układ linii równoległych. Natomiast jeżeli model jest w stanie deformacji, to odbicie rastra otrzymamy w postaci linii krzywych nie przecinających się. Po złożeniu tych dwóch rastrów odbitego i wzorcowego otrzymamy obraz mora, który możemy obserwować, jak i również rejestrować na taśmie filmowej.

Schemat aparatury pomiarowej i stanowisko pomiarowe przedstawiają rysunki 7 i 8. Pomiary deformacji prowadzono dla trzech modeli płyt wykonanych ze szkła organicznego.



$$\Delta w = \pm \frac{\delta}{2} \operatorname{ctg} \alpha$$

Rys. 7. Schemat aparatury pomiarowej



Rys. 8. Stanowisko pomiarowe

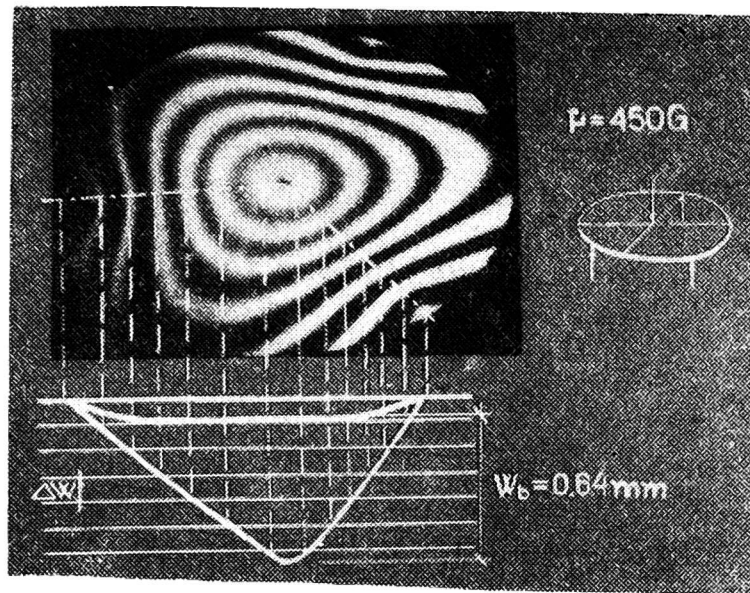
Płyta na rysunku 9 jest okrągła o średnicy 150 mm i grubości $h = 1,8$ mm, podparta w trzech punktach na obwodzie i obciążona siłą skupioną w środku. Fragment analizy jakościowej i ilościowej deformacji płyty przedstawiono na rysunku 9.

Płyta na rysunku 10 jest prostokątna o wymiarach 200×156 mm grubości $h = 2,1$ mm, podparta punktowo w narożach. Schematy obciążeń z morogramami i analizą również przedstawiono na rysunku 10. Płyta na rysunku 11 jest prostokątna, o wymiarach 200×175 mm, grubości $h = 2,0$ mm, zamocowana liniowo wzdłuż dłuższych krawędzi. Schematy, widok płyty, morogramy i analizę deformacji przedstawiono podobnie, jak dla płyty na rysunku 9 i 10 (rys. 11).

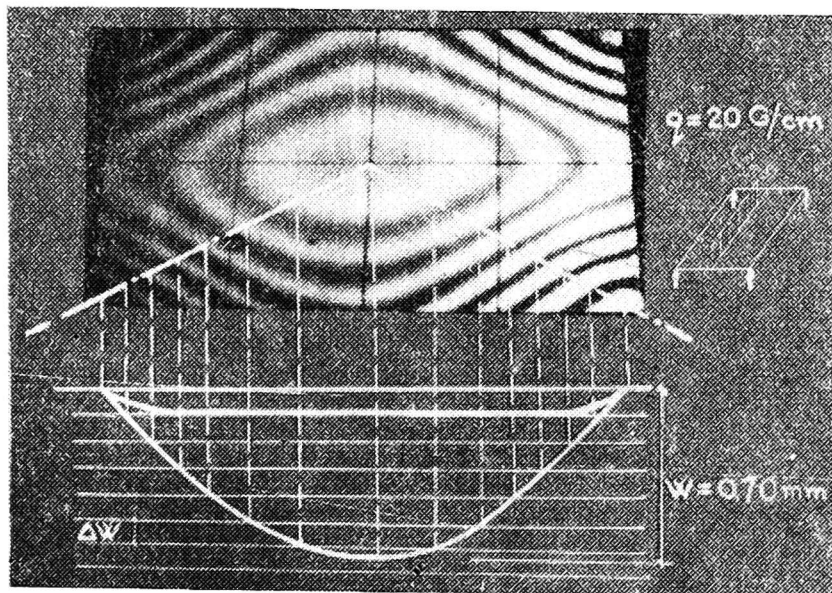
Badania modeli płyt prowadzono kamerą AK-16 z obiektywami: $f = 25$ mm i $f = 12,5$ mm. Zdjęcia wykonywano przy świetle sztucznym. Płyty podświetlano wiązką światła równoległego od reflektora 2 kW.

LITERATURA

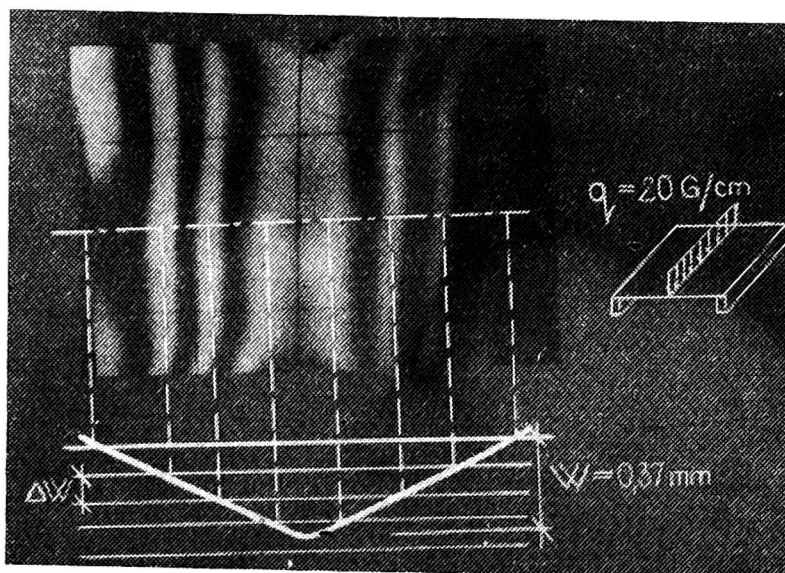
1. Balla P., Würth G.: Referat na XXVIII Kongresie AICS 6-13 wrzesień 1974, Mieszkołc, Węgry.
2. Brzoza M., Chudzik B.: Pomiar odkształceń modeli płyt metodą kontaktową mora. Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 128, 1971.
3. Brzoza M., Chudzik B.: Metoda rzutowania mora w zastosowaniu do pomiaru odkształceń modeli płyt. Zesz. nauk. Inst. Inż. Sanit. wod. Stud. Mater. 5, 6, 1970.
4. Francon M.: Holographie. Paris 1969.



Rys. 9. Analiza deformacji płyty okrągłej



Rys. 10. Analiza deformacji płyty prostokątnej podpartej punktowo



Rys. 11. Analiza deformacji płyty prostokątnej zamocowanej liniowo wzdłuż dłuższych krawędzi

5. Meadows D. M. i in.: Generation of Surface Contours by Moire Patterns. Applied Optics, 1970.
6. Nowickij W. W.: Nowyje isledowanija po metodam muarow. Raszczot prostranstwiennych konstrukcji. Moskwa 1967.
7. Theocarisp P.: Moire Fringen in Strain Analysis. Oxford London 1969.

· Б. Худзик

ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОЛОСКИ МОРА

Резюме

Содержанием работы является экспериментальный метод измерений деформации с помощью фильма, учитывая явление интерференции линейного раstra. Представлен метод возникновения полосок мора в результате наслаивания линейного раstra. Указан способ использования явления для исследований деформации. Дана опись фильма о исследованиях деформации образцов плит.

B. Chudzik

TESTING OF SURFACE DEFORMATION BY MEANS OF SPECTRAL LINES

Summary

An experimental film method to measure the surface deformation basing on the linear raster interference was discussed in the paper. There was explained the way on how the spectral lines originate as a result of linear rasters overlapping as use of this phenomenon as a basis to measure the surface deformation. A film illustrating the tests of the model-plate deformation was also discussed.