

303 高分子薄膜を用いた真実接触面積の測定（表面あらさの影響）

Measurement of Real Contact Areas using Thin Polymer Films

(The effect of surface roughness)

正 新田 勇 (新潟大) ○学 諸橋 明 (新潟大院)

Isami NITTA, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-nocho, Niigata

Akira MOROHASHI, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-nocho, Niigata

Key Words: Real Contact Area, PET Film, Contact-Microscope

1. 緒 言

真実接触面積の測定方法には、接触電気抵抗⁽¹⁾や熱抵抗⁽²⁾による方法、超音波の透過による方法、接触面間に腐食液を流し込む方法、接触面にすずを被覆する方法⁽³⁾、接触面顕微鏡による測定法⁽⁴⁾⁽⁵⁾等がある。しかしこれらはいずれも空間分解能が低かったり、表面に特殊な処理をする必要があったり、接触の相手面が透明なプリズムに限定⁽⁶⁾されたりするという欠点がある。

著者らはこれまで、高分子薄膜を用いた接触圧力分布の測定法を考案し、その有効性を確認してきた⁽⁷⁾。またその技術を応用して真実接触面積の測定法を考案した⁽⁸⁾。本測定法は、接触面間にはさまれた高分子薄膜が真実接触部で押し潰され、塑性変形することを利用して、その圧痕を金属顕微鏡で観察することによって、真実接触面積を測定するものである。実際にGFRPの真実接触面積を測定した結果、本測定法の有効性は確認されたが、接触表面の形状によっては測定できない場合もあった。そこで本測定法に対する表面あらさの影響について検討した。

2. 実験方法

2.1 試験片 試験片材料としてHV2.20GPa(300gf)のS45Cを用いた。試験片形状を図1に示す。一定の前切刃角と切込み角を付けたバイトを用い、旋盤の送り速度のみを変更することで、図1の円筒端面に種々のあらさを与えた。この旋削円筒端面（見かけの接触面積=12.57mm²）を接触表面とした。また接触の相手面は光学プリズム

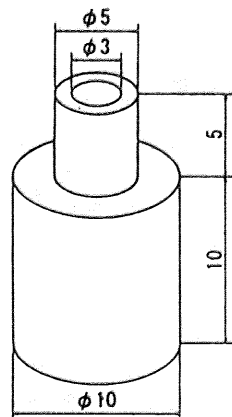


Fig.1 Shapes and Dimensions of the Specimen

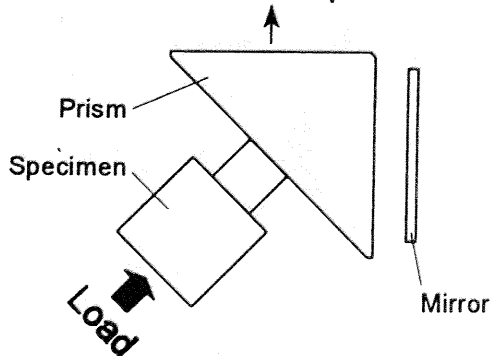


Fig.2. Schematic Diagram of the Contact-Microscope

である。高分子薄膜は厚さ約0.9μmのPET薄膜を用いた。

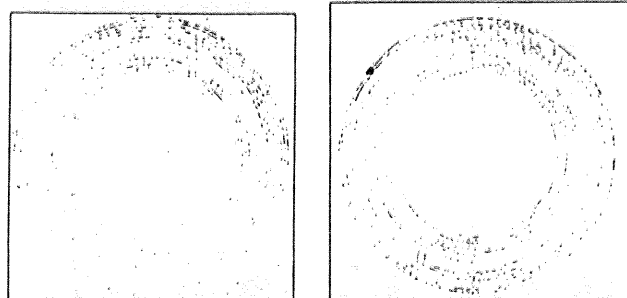
2.2 測定方法 接触面顕微鏡の概略を図2に示す。これは光学プリズムの内部全反射を利用したもので、真実接触部では光が透過吸収され暗く観察される。またPET薄膜でも圧痕部は暗く観察される。

まず接触面顕微鏡を用いて、ある荷重における真実接触面積を測定した。次に試験片とプリズムの間にPET薄膜をはさみ、同じ荷重を与えた。接触面顕微鏡、PET薄膜ともに落射照明式金属顕微鏡で観察し、256階調の画像処理ボードを用いて、二値化処理を行った。

接触面顕微鏡では、接触表面とプリズムの間隔が入射光の波長程度以下になると光が透過吸収される⁽⁹⁾。そのため暗く観察される部分は真実接触面積より大きい面積となる。それゆえ二値化処理後の真実接触面積と、ビッカース硬さから求められる真実接触面積の値が等しくなるように、しきい値を決めていた。PET薄膜による測定法も、その観察結果が接触面顕微鏡の観察結果と一致するように、しきい値を決定していた。

3. 実験結果

3.1 測定可能な例 表面の最大高さRmax=5.1μmの試験片の真実接触面積を、接触面顕微鏡とPET薄膜による測定法で観察した。見かけの接触圧力30MPaにおけるそれぞれの観察結果を図3に示す。両測定法とも若干の差はあるが、真実接触面積の分布をとらえてい



(a) by PET Film (b) by Contact-Microscope
Fig.3 Real Contact Areas (Apparent Contact Pressures, 30MPa)

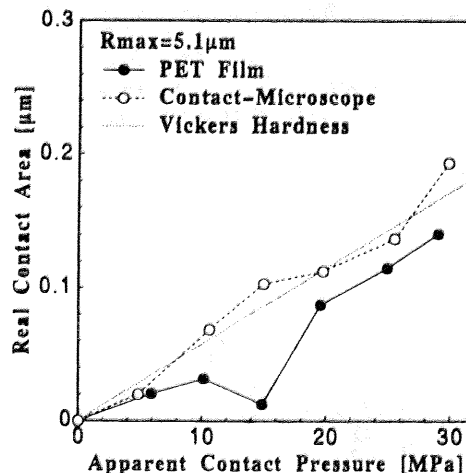


Fig.4 The relationship between Real Contact Areas and Apparent Contact Pressures

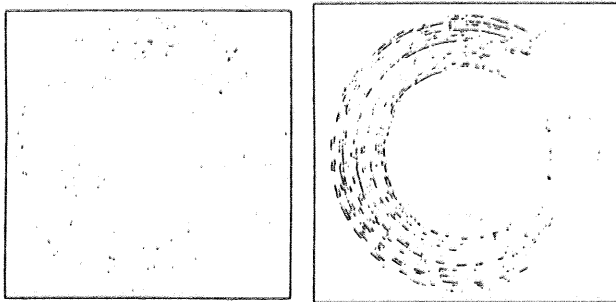
る。なおPET薄膜の観察結果には小さな黒い点が散在するが、これは薄膜に最初から存在する微小なピットである。

この試験片における真実接触面積と、見かけの接触圧力の関係を図4に示す。PET薄膜の方は0MPa時のピット面積を減算してある。

3.2 測定不可能な例 $R_{max}=3.8\mu m$ の試験片の、見かけの接触圧力30MPaにおけるそれぞれの観察結果を図5に示す。接触面顕微鏡では真実接触面積の分布をとらえているが、PET薄膜ではとらえていない。図6を見ても両測定法の間には差があり、特に30MPa時の差は大きい。

4. 考 察

本実験を、表面あらさの異なる試験片を用いて、複数回行った。見かけの接触圧力約30MPaにおける、真実接触面積と最大高さとの関係を図7に示す。両測定法の結果が近い値をとった試験片のうち、あらさが一番小さい試験片は $R_{max}=4.6\mu m$ であった。



(a) by PET Film (b) by Contact-Microscope
Fig.5 Real Contact Areas (Apparent Contact Pressures, 30MPa)

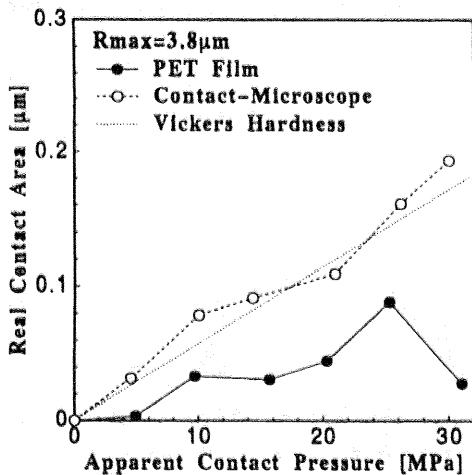


Fig.6 The relationship between Real Contact Areas and Apparent Contact Pressures

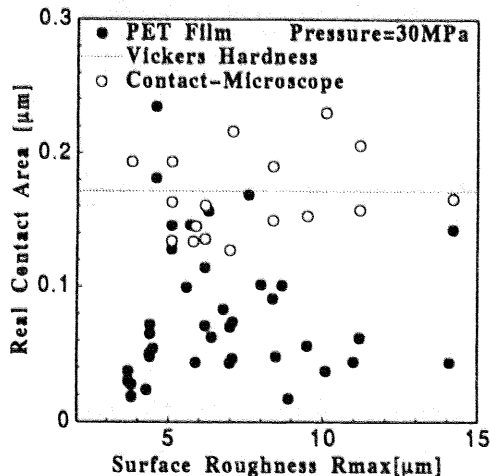


Fig.7 The relationship between Real Contact Areas and R_{max}

しかしそれより大きいあらさを持つ試験片でも、PET薄膜による測定が不可能な場合があった。これらの多くは、図8のように低荷重域では一致するが、高荷重域ではPET薄膜での測定結果が小さくなる傾向があった。このときの試験片の断面形状は、図9に示すように突起頂点の近傍に、小さな谷をはさんで突起が並んでいた。そのため高荷重では突起頂点に変形し、小さな谷の部分とPET薄膜が接触し、荷重を支えたため、圧痕がつきににくかったものと考えられる。

またこの場合でも、全く圧痕がついていなかったわけではなく、実際には二値化処理において真実接触部と判別されない圧痕があった。これはしきい値に問題があったのかもしれない。

前述の理由から、接触面顕微鏡は、実際に暗く観察される部分の全てを真実接触面積と判別していたわけではなく、二値化処理によってその一部を真実接触面積とするものであった。PET薄膜による測定法もその分布をもとにしきい値を決めていた。今後は、偏光板を利用した接触面顕微鏡の測定精度の向上⁽⁶⁾を行う予定である。そして両測定法とも、暗く観察される部分を全て真実接触面積と判別するようなしきい値を決めたうえで、比較する予定である。また試験片材料を変更して、試験表面の形状の改善も行う予定である。

5. 結 言

実験を行った結果、以下の結論が得られた。

見かけの接触圧力30MPaにおいて、測定可能であった試験片のうち、最小の R_{max} をもつものは、 $R_{max}=4.6\mu m$ であった。しかしそれ以上のあらさを有する試験片でも測定不可能な場合があった。

謝辞 PET薄膜を提供していただきました東レ株式会社に対し、深く感謝申し上げます。

参考文献

- (1)河野, トライボロジスト, 25-12, (1980), 809.
- (2)山田・鏡・畑沢・佐藤・永田, 潤滑, 25-7, (1980), 458.
- (3)曾田・河野, 潤滑, 22-1, (1977), 17.
- (4)河野・赤松・曾田, 応用物理, 53-8, (1984), 733.
- (5)新田・如澤, 機論, 60-579, C(1994), 3970.
- (6)新田・如澤・河野, 機論, 930-63, B(1993), 61.
- (7)I. Nitta, Wear, 掲載予定.
- (8)大谷・木村, トライボロジスト, 39-12, (1994), 1042.

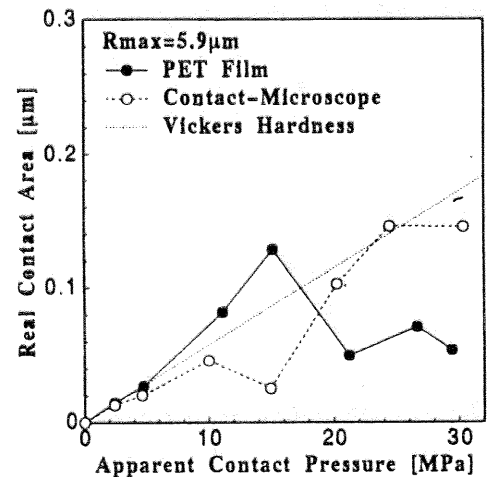


Fig.8 The relationship between Real Contact Areas and Apparent Contact Pressures

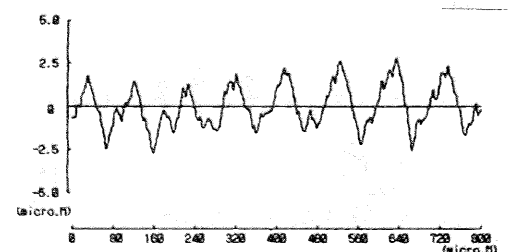


Fig.9 Cross Section Curve of the Specimen ($R_{max}=5.9\mu m$)