テンションの間には、ほぼ直線関係がある。

e) コンクリートの強度に対しても適当な不連続の骨材を用いたものが大なる値を示す。

f) セメント量およびコンシステンシーが同一のコンクリートでは、骨材の空隙率が增大するほど、比表面積が大になるほど圧縮強度は減少する。

g) 以上の関係より経済的なコンクリートを作る場合には、適当な不連続粒度の骨材を使用するのがよいようである。

h) 配合設計にあたり骨材の粒度を重視する場合には、その空隙率と比表面積をパラメーターとして考慮

することを提案する。

さらに今後、(5'), (4')式を充分検討して配合設計にあたり、簡単に利用できるよう研究するつもりである。

注:—

1) 荒木謙一, 土木学会誌, 40巻, 4号, p. 35~40 (昭30)

2) P.M. Worthington, Magaz. of Concrete Research, No. 12, p. 121~126 (1953-4)

3) 堀武雄, 土木学会誌, 31巻, 2号, p. 9~14 (昭21)

4) D.A. Stewart, Reinforced Concrete Review, p. 189 (1954)

5) C.T. Kennedy, A.C.I. Journ. Proc., V. 36, p. 373~400 (1940-2)

熱処理によるビッカース圧こんの変化について*

(押込硬度の圧こんについて 第2報)

財 満 鎮 雄** 左 沢 国 士***

On the Change of the Vickers Depression Caused by the Heat-treatment.
(On the Depression of Brinel, Vickers and Knoop Indentator. 2nd Report.)

by

Shigeo ZAIMA and Kunito SAZAWA

(Yamanashi University) (Tōkyō Shibaura Electric Co., Ltd.)

The authors previously noticed on the depression in case of measuring hardness, that the Vickers depression had some piling-up even in diagonal direction, which is believed to have little piling-up. The Vickers hardness is measured by the surface area of depression calculated from the diagonal length of square depression, so if the degree of piling-up differs, the influence of measuring error in the hardness number will be different.

In this paper, the change of the piling-up caused by the heat-treatment of materials are examined as a help for obtaining the inquiring data of the measuring error of Vickers hardness.

Five sorts of the carbon steel and two sorts of the brass are heat-treated and depressed by Vickers indentator, and the surface of depression are traced by the Ōgoshi Surface Roughness Tester (contact needle type). Some of the results are summarized as follows: (1) The degree of piling-up is much affected by the heat-treatment in both materials. (2) The change of the degree agrees with the change of Vickers hardness in case of carbon steels, but does not always agree with the hardness in that of brass. (3) The degree of piling-up varies by 200%, in case of carbon steel, and by 100%, in that of brass according to the rise of tempering temperature, if the quenching value is taken as standard. These degrees have a great influence on the hardness number. (4) As the ratio of the major diagonal of Knoop depression to the minor diagonal is in the lever relation to the degree of piling-up. One rising, the other falling, so we may easily obtain the general trend of the piling-up.

(Received May 17, 1957)

* 原稿受付 昭和32年5月17日, 昭和32年5月10日第6期総会講演会で講演

** 正員 山梨大学工学部

*** 正員 東京芝浦電気株式会社

1. 緒 言

前報で押込硬度の圧こんの形状、とくに周辺の盛り上りについて検討を加えて、圧子によるくぼみとほぼ

同体積の盛り上りが生じ²⁾、したがって、押込硬度では盛り上りの影響が重要な要素となることがわかったが、従来あまり盛り上りがないと考えられていたビッカース圧こんの対角線方向においてもかなりの盛り上りが見られた。しかもその盛り上りの程度は各材料については押込荷重に関係せず、ほぼ等しい値をとった。

ビッカース硬さ H_V を測定する場合、顕微鏡で正方形圧こんの対角線長を読みとり、くぼみの表面積を求めて H_V を求めるのであるから、材料により、あるいは同一材料でも処理により盛り上りの程度が異なれば、硬さ測定の際の誤差の影響も異なることになる。

ここに圧こんの盛り上りが熱処理によりどのように変化するかを炭素鋼および黄銅について調べ、ビッカース硬さの測定の場合の測定誤差の検討資料を求め、圧こん形状の観点より押込硬度の本質を追求する一助とせんとした。

2. 測定条件

前報と同様に大越式表面粗さ試験機(触針型)を用いて、ビッカース圧子による、くぼみの表面形状を求めた。大越式試験機では水平方向に50倍、垂直方向に1000倍に拡大されるので、オシロペーパーには垂直方向に拡大された形状となる。

Fig. 1. Magnified 50 times in horizontal direction, and 1000 times in vertical.

Fig. 1 のように記号を定め、最初の水平線位置からの最高盛り上り高さ h_1 と最初の水平線上での対角線長、あるいは対辺距離 l_1 の比 $(h_1/l_1)\%$ を対角線方向・対辺方向の盛り上り率とした。Table 1 に示す炭素鋼と Table 2 に示す黄銅を試料とし、それぞれ所定の温度で焼入れしたものを 100~600°C の範囲で焼戻を行い圧こんを求めた。

Table 1.

	Chemical component (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
1.29%C-steel	1.29	0.20	0.33	0.030	0.020	0.42	-
0.95%C- "	0.95	0.18	0.41	0.028	0.025	-	-
0.55%C- "	0.55	0.34	0.50	0.034	0.033	0.06	0.25
0.30%C- "	0.30	0.27	0.71	0.030	0.020	-	0.32
0.21%C- "	0.21	0.05	0.37	0.033	0.014	0.14	-

Table 2.

	Chemical component (%)					
	Cu	Pb	Fe	Sn	Al	Zn
6/4 brass	60.36	1.83	0.22	0.85	0.10	bal.
Naval brass	60.84	0.14	0.10	1.17		bal.

3. 盛り上り

5種類の炭素鋼および2種類の黄銅のそれぞれの焼戻温度と盛り上り $(h_1/l_1)\%$ との関係を求めれば、押込荷重を 5~10kg の範囲で種々に変化しても同一材料、同一処理ではほぼ一定の値を得、これをまとめればそれぞれ Fig. 2, Fig. 3 のようになる(焼戻温度は図中に示した)。対辺方向に比べ対角線方向はいずれ

Fig. 2.

Fig. 3.

もほぼ1/2の大きさであるが、どちらも傾向は同じである。図より見れば炭素鋼では炭素含有量の増加につれて一般に盛り上りは小さくなり、焼戻温度 T の上昇とともに盛り上りは増加する。ただし、過共析鋼では焼入れのままのものより100°C焼戻の方が盛り上りは小さいようである。また、黄銅では100°C焼戻で極大値をとるが、温度上昇とともに減少する。これらのビッカース硬さ H_V はそれぞれFig. 4, Fig. 5のようになる。いずれも100°C焼戻で極大値をとり焼戻温度 T の上昇とともに低下するが、それぞれの場合、同一処理では H_V の高い方が盛り上りは小さい。硬さより見れば黄銅に比べ炭素鋼は2~3倍高い値をとるが、盛り上りは黄銅の方が小さく、また、黄銅の中でもネーバル黄銅は6/4黄銅に比べて、硬さは約1/2で盛り上りはほぼ等しい。硬さが低いことは圧こんの大きさがより大きいことを示すが、盛り上りの小さいことは圧こんの形状がいわゆる沈降型(sinking in)あるいは皿型(flatterring)に属し、圧こんの周縁に広く盛り上りが

拡がることを示すわけである。

いずれにしても同一材料においても、盛り上りの変化は焼入れのままの盛り上り率を基準にして調べれば、焼戻温度によっては炭素鋼で200%, 黄銅の場合で100%程度もあることがわかり、硬さ測定値に与える影響はかなり大きく、硬さを比較する際に与える誤差の影響は大きいことになる。たとえば、異種の炭素鋼で見掛け上 H_V が同じであっても、盛り上りが異なればはたして同じ「硬さ」であるかどうか断言できない。

4. スープ圧こんによる盛り上りの検出

また、スープ圧こんの長短両対角線長の比 L/l は同じ材料については押込荷重 P に関係せず、ほぼ一定の値となることはさきに報告したことと一致したが、焼戻温度 T との関係を示せばFig. 6, Fig. 7のようになる。

これより炭素鋼ではいずれもほぼ同じ傾向をとり、炭素量が増せば L/l は増加し H_V 曲線と似た傾向を示すが、黄銅では H_V の高い6/4黄銅がネーバル黄銅に比べて L/l も高いが T による変化は H_V 曲線と L/l 曲線は一致しない。

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

しかし Fig. 6, Fig. 7 をそれぞれ Fig. 2, Fig. 3 と比べておもしろいことには、盛り上りが増加すれば対角線比は減少して L/l 曲線は h_1/l_1 曲線と相反関係にあることである。すなわち、ヌープ圧こんでは盛り上りの影響は短対角線方向に効いてきて l が大きくなるので、当然 L/l は盛り上りと逆な傾向を示すと見られる。したがって、 c を材料による定数とすれば、定性的に

$$(h_1/l_1) \cdot (L/l) = c$$

なる関係が成立する。

このことから盛り上りの影響を知るために表面状況を厳密に測定する代りに、ヌープ圧子を用いて簡単にその傾向をつかむことができる。

5. 総 括

以上要約すれば、5 種の炭素鋼および 2 種の黄銅について、熱処理によるビッカース圧こんの形状、とくに盛り上りについて調べた結果、

(1) 盛り上り率は熱処理によって大いに変化を受ける。

(2) 盛り上り率と焼戻温度との関係は Fig. 2, Fig. 3 のようになり、必ずしもビッカース硬さの変化とは一致しなかった。

(3) 盛り上り率は焼入れのままのものを基準にと

れば、焼戻温度の上昇とともに炭素鋼で 200 %, 黄銅で 100 % 程度の範囲で変化し、硬度値に与える影響は大きい。したがって、たとえば見掛け上のビッカース硬さの等しいものでも、盛り上りが非常に異なれば、はたして同じ『硬さ』にあるかどうかは疑問であると思う。

(4) ヌープ圧こんの長短両対角線比は盛り上り率と相反関係にあり、盛り上り率を測定する代りに、これを用いて比較的簡単にその傾向を知ることができる。

終りに、本研究に対し御指導いただいた東京工業大学森永卓一教授、並びに有益な御助言と御批判をいただいた東京大学吉沢武男教授に厚くお礼申上げる次第であります。

注：—

1) 財満, 材料試験, 5, 37, 584 (1956)

2) 最近知ったが E.W. Taylor [Nature, 163, 323 (1949)] は BK 硝子にダイヤモンド圧子を用いて 100 g 荷重で圧こんを求め、干涉縞を利用して、くぼみの体積 $115 \mu^3$, 盛り上りの体積 $90 \mu^3$ を出してほぼ一致すると述べている。

3) S.R. Willium, Instrument Vol. XIII (1940)

4) T. Morinaga, S. Zaima, J. of Japan Inst. of Metals, 20, 12, 651 (1956)

(14頁より)

11. The Elements of a Helicopter Fatigue Substantiation Program, H.T. JENSEN, Sikorsky Aircraft, Bridgeport, Connecticut

ヘリコプターの疲労を考慮した設計の諸要点

Part III. Prevention of Fatigue Failure

第3編 疲労破損の防止

12. The Relationship between Load Spectra and Fatigue Life, B. LUNDBERG AND S. EGGWERTZ, The Aeronautical Research Institute of Sweden, Ulvsunda, Sweden

荷重スペクトルと疲労寿命との関係

13. Fatigue Testing in Relation to Transport Aircraft, R.J. ATKINSON, Royal Aircraft Establishment, England

輸送機に関する疲労試験

14. Fatigue Engineering in Aircraft, P. KUHN, National Advisory Committee for Aeronautics, Langley Field, Virginia

航空機の疲労工学

15. Some Remarks on the French Approach to the Problem of Fatigue, J. CORNILLON, Socit

Nationale de Constructions Aronautiques du Sud-Ouest, Paris, France

フランスにおける疲労問題の取扱についての二、三の意見

16. Aspects of Fatigue Design of Aircraft Structures, F. TURNER, SAAB Aircraft Company, Linkping, Sweden

航空機構造の疲労設計の現状

17. The Extent of the Fatigue Problem in Aircraft Design, H. GIDDINGS, Bristol Aircraft Limited, Bristol, England

航空機設計に際して疲労問題の占める大きさ

18. Practical Aspects of Fatigue in Aircraft Structures, R.L. SCHLEICHER, North American Aviation Inc., Los Angeles, California

航空機構造における疲労の実状

19. Aircraft Structural Fatigue Research in Australia, W.W. JOHNSTONE AND A.O. PAYEN, Aeronautical Research Laboratories, Melbourne, Australia

オーストラリアにおける航空機構造疲労の研究