



Title	麥稈の力學的研究 (第2報) : 麥稈の強さに就いて
Author(s)	森田, 昇; MORITA, Noboru
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 1(1), 91-93
Issue Date	1951-12-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11502
Type	departmental bulletin paper
File Information	1(1)_p91-93.pdf



麥稈の力學的硏究 (第2報)

麥稈の強さに就いて

森 田 昇

(北海道大學農林專門部)

Study on the dynamical Characteristics of Wheat Straw

2. Strength of Wheat Straw

NOBORU MORITA

緒 言

麥稈が倒伏する原因として穂重の外には主に風と雨露等が考えられる。風に對しては曲げ作用を、雨露に對しては挫屈作用を考えればよいと思う。實際に倒伏が起るのはこの兩作用が重なつた時に多く起つてゐるようである。單獨ならば寧ろ雨露による挫屈作用の影響の方が大きいのではなからうか。これ等に對して麥稈がどの程度外力に耐え得るか夫々に就て検討してみたが麥稈それ自身は豫想していたよりも遙かに強く倒伏を防ぐためには寧ろ植物上體を保持している根と土壤との關係をもつと強化すべく對策を講じたらよいのではなからうか。

この考え方を決定づけるには更に多くの證明が必要だが、一應その概略を述べて斯道の先輩その他大方の御叱正に預りたいと願うものである。

本實驗を遂行するに當り御教示と御激勵を賜つた田町以信男教授及び工學部久野陸夫教授に又實驗に協力せられた藤本和子嬢に對し茲に深謝の意を表す。尙研究費の一部は文部省科學研究費の援助を戴いた。

I 挫屈作用

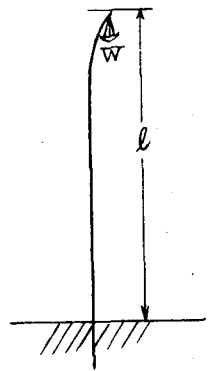
挫屈作用というのは長い柱に軸方向の荷重がかりその柱が細いために多少の偏心を伴つて曲げ作用を受け遂には破壊する現象をいうのである

が麥の場合は穂それ自身が荷重になる。これが雨露をうけると尙更荷重が増し稈を倒そうとする。

今程がそれ等の力にどれだけ抵抗出来るものかを調べてみた。

實驗方法及び結果

供試材料は第1報と同様農業物理研究所芽室分室で生育した赤錆不知1號で刈取後風乾状態にあつたものを用いた。この試料を第1圖の如く固定して穂先に相當するところに分銅を乗せる皿を取付け分銅を加えることによつて荷重を増加させ稈の破壊する荷重を求めた。又長さ及び稈の破壊した断面から外徑と内徑を測定して第1表を得た。表中 W = 挫屈荷重, d_1 = 外徑, d_2 = 内徑, l = 長さ, E = 彈性係數



第1圖

結果の考察

測定した結果から見てこの材料を挫折させる平均の荷重は 7.85 g である。供試材料の穂重は 0.6377 g でこれを 0.64 g とすれば供試麥稈は 12 倍以上の荷重に耐えうることとなる。即ち安全率が 12 というわけで普通安全率が 12 なら先づたい

第 1 表

	W g	d_1 mm	d_2 mm	l mm	E $\times 10^3 \text{ kg/mm}^2$
1	7.3	2.92	1.59	1065	1.03
2	6.8	2.80	1.94	1115	1.46
3	5.3	2.91	2.10	1170	1.15
4	7.4	3.09	2.27	1180	1.31
5	8.7	2.99	2.29	1230	2.00
6	6.8	2.47	1.64	1090	2.23
7	8.3	3.10	2.23	1190	1.44
8	7.4	2.77	1.76	1090	1.47
9	7.8	3.09	2.37	1025	1.12
10	12.7	3.29	2.20	1190	1.59
平均	7.85	2.943	2.039	1134.5	1.48

ていの振動にも充分抵抗することが出来る。尙普通作の場合小麦では稈の重さと穂の重さは略々等しいといはれている。豊作型では稈重より穂重が大であり、不作型では穂重より稈重が大きい。この場合は不作型に相当すると考えられる。然る時は稈重の平均は 1.75 g であるから—これは前の穂重の約 2.7 倍である。—これを穂重と見做すと約 4.5 倍の荷重に耐えうることとなる。雨に叩かれ露に濡れても荷重は穂の重さの 4.5 倍となるとは思はれない。試料が風乾状態にあるので成熟期を想定して 1.75 g に水分 30% を加えたとしても尙麥稈は 3 倍強の抵抗力を持つていることになる。

以上のことから判断して根元さえしっかりと保持することが出来れば比較的倒伏し易いと言われる赤錆不知でも充分な抵抗力を持つていることが解る。

又実験中の観察から重要なことは麥稈が挫折荷重で折れた時の穂首の位置は莖の保持點を通る水平線よりももつと下になることである。穂首が莖の保持點と略々水平の位置となる荷重は、いい換えると穂が地について了う荷重は挫折荷重の約 80% 程度であつたことである。

即ち根さえ堅固に保持しておけば雨露だけでは先づ挫折は起るまい。これに強風が伴い葉が他の葉や稈とからみ合う等のことが同時に起つて始めて折損の起ることが考えられる。

次に挫折を示す有名な式に EULER の式があ

る。この場合 EULER の式を採用することは理論的に異論を持つものではあるが、適用してみた結果は案外比較的よく當嵌まることが解つた。即ち

$$W = \frac{\pi^2 EI}{4l^2} \times 1000$$

但し W = 挫折荷重 g

E = 曲げによる弾性係数 kg/mm^2

I = 断面の二次モーメント

$$= \frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_2^4)$$

l = 稈の長さ mm

この式に第 1 報にて求めた平均の d_1, d_2, E と $l = 1230 \text{ mm}$ をとつて計算した結果を第 2 表に示す。計算から求めた挫折荷重は実験の結果とよく似ている。

第 2 表

	d_1 mm	d_2 mm	E $\times 10^3 \text{ kg/mm}^2$	l mm	W g
穂首より 第 4 節間	3.14	2.35	1.40	1230	7.47
穂首より 第 5 節間	3.05	2.16	1.32	1230	6.84

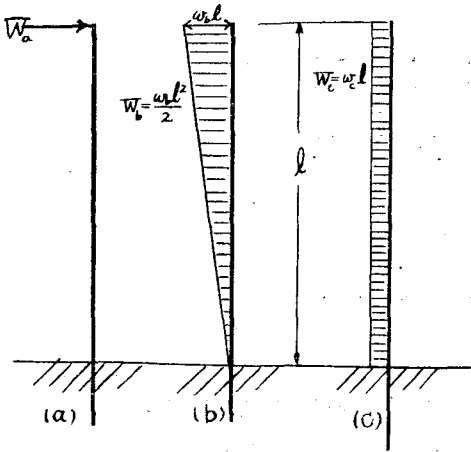
又前の実験の数値を EULER の式に代入して E を求めてみると第 1 表の右に示した如くその平均値は 1.48 となり実験から求めた E の値と略々一致している。

以上のことから挫折荷重の近似的な値を知るには EULER の式が使い得ることが解つた。

II 曲げ作用

麥稈が強い風を受ける時の有様は丁度片持梁に荷重が働いた曲げ作用の時によく似ている。これに對しては風洞試験を試みたいと思うが取敢えず理論の上から一應検討してみた。

麥稈に外力がどのように働くかを定めることが大切であると同時に困難なことである。今外力の働き方を第 2 圖の如く 3 つの場合を考えてみる。(a) は穂先に集中して働く場合であり (c) は穂先から根元まで一様な分布荷重が働き (b) は穂先で大きく根元になるほど小さくなる分布荷重の場合を示している。然し實際はこれ等よりもつと複雑なものと思うが、今第 2 圖の (a), (b), (c) の如く外力



第 2 圖

が働くとし全荷重を等しいとすると、荷重及びモーメントは

$$W = W_a = W_b = W_c$$

$$W_b = \frac{w_b l^2}{2} ; W_c = w_c l$$

$$M_a = Wl ; M_b = \frac{2}{3} Wl ; M_c = \frac{1}{2} Wl$$

$$M_a : M_b : M_c = 1 : \frac{2}{3} : \frac{1}{2} \text{ となる。}$$

今 (a) に就て W 及び M_a を求めてみると

$$M = Wl ; M = \sigma Z = \sigma \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1} \right)$$

上式に第 1 報に於て求めた $d_1 ; d_2 ; l ; \sigma$ を代入して M 及び W を計算すると第 3 表の数値が得られる。

第 3 表

		穂首より第 1 節間	穂首より第 2 節間	穂首より第 3 節間	穂首より第 4 節間	穂首より第 5 節間
d_1	mm	2.46	3.18	3.21	3.14	3.05
d_2	mm	1.83	2.45	2.45	2.35	2.16
l	mm	363	687	932	1108	1230
σ	kg/mm ²	2.21	2.32	2.73	2.84	3.45
M	kg-mm	2.24	4.74	5.86	5.92	7.18
W	g	6.17	6.90	6.28	5.34	5.84

結果からみて穂首より第 2 節間が一番安全であり、第 5 節間よりも却つて第 4 節間が最も危険であるということになる。

外力が一點に集中することは先づあるまい。そこで (b) の場合に當嵌めてみる。最小の第 4 節

間をとると

$$W = 5.34 \times \frac{3}{2} = 8.01 \text{ g}$$

即ち (b) の場合の曲げ作用では平均約 8 g の荷重で折れることとなり、挫屈作用の場合の平均危険荷重 7.85 g と略々一致するから荷重としては (b) に近い外力が働くだろうことが豫想出来る。

一方風壓は風速の 2 乗に比例すると言はれている。この風壓を受ける面積を穂首に對していくらにとるかを決めることが重要である。今穂首の投影面積を約 6 cm² としその約 70% が風壓を受けると假定すれば約 4 cm² となる。ところで 8 g 荷重で倒れるとしてこれを風速に換算してみると第 4 表から風速 10 m/sec では風壓は 1.2 g/cm² で

第 4 表

風速 m/sec	1	5	10	15	20	30	45
風壓 kg/m ²	0.13	3.0	12	27	48	108	343
風壓 g/cm ²	0.013	0.3	1.2	2.7	4.8	10.8	34.3

あるから風を受ける面積は $8/1.2 = 6.7 \text{ cm}^2$ となるし、風速 15 m/sec の場合は約 3 cm² となるから先づ 15 m/sec に近い風速が程を倒す臨界点となるのではあるまいか。假令風で穂首が地上についてもそれだけで直ぐに程が折れるとは前の挫屈作用の實驗中の觀察からも考えられない。又穂が地上につけば麥稈の外力を受ける條件が自から變つて程がアーチ的作用をするから 15 m/sec よりももつと大きな風速にも耐え得ることが豫想出来る。

總 括

麥稈が充分しつかり保持されているという假定の下にどの位の外力に耐えうるかを調べたが最初に考えていたよりも程それ自體は非常に強いものであることが解つた。

麥稈が折れる外力を知るのに EULER の式を用いると便利である。

従つて今後麥の倒伏を論ずる場合程の強さを問題にするよりも植物の上體を支持する程が根及び土壤によつてどの程度に保持されているかを問題とすべきであるということを示唆しているのではなからうか。

これ等に就ては今後更に研究を進めたい。