

RELATIONSHIPS BETWEEN THE INSTANTANEOUS PEAK VALUES AND THE EVALUATION TIME. A THEORY ON THE GUST FACTOR

(Trans. of JSCE, No. 117, May 1965, pp. 23 ~ 33)

By Mikio Hino*

(I) Generally speaking, almost all phenomena we treat accompany with time variations about the mean value. In connection with this, it is well known that the instantaneous peak values observed are affected by length of both sampling time and evaluation time or by the sensitivity of instruments.

Probability distribution of maxima in a random process, $p_1(\xi)$, is given by the Rice's theory on random noise in terms of the spectral density function of ξ , $S(f)$,

$$p_1(\xi) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{1}{\sigma} \left[\epsilon e^{-\frac{\xi^2}{2\epsilon^2\sigma^2}} + (1 - \epsilon^2)^{\frac{1}{2}} \frac{\xi}{\sigma} e^{-\frac{\xi^2}{2\sigma^2}} \int_{-\frac{(1-\epsilon^2)^{\frac{1}{2}}}{\sigma\epsilon}}^{\infty} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx \right] \dots\dots\dots (1)$$

where

$$\left. \begin{aligned} \epsilon^2 &= (\sigma^2\nu^2 - \rho^4) / \sigma^2\nu^2 \\ \sigma^2 &= \int_0^\infty S(f) df \\ \rho^2 &= (2\pi)^2 \int_0^\infty f^2 S(f) df \\ \nu^2 &= (2\pi)^4 \int_0^\infty f^4 S(f) df \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

The expectation on the highest of such instantaneous maxima observed during time T is represented by

$$E(\xi_{\max}) = \sigma \int_0^\infty \left\{ 1 - \left[1 - (1 - \epsilon^2)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{x^2}{2}} \right]^{TN} \right\} dx, \dots\dots\dots (3)$$

where

$$N = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\nu}{\rho} \dots\dots\dots (4)$$

* Dr. Eng., Technical Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry, Komae-cho, Kitatama-gun, Tokyo, Japan.

The effect of the length of the observation time T and the evaluation time of the variable s is to deform the original spectral density function by a spectral filter of the form of equation (5),

$$G(T, s) = \left[1 - \frac{\sin^2 \pi f T}{(\pi f T)^2} \right] \frac{\sin^2 \pi f s}{(\pi f s)^2} \dots\dots\dots (5)$$

That is to say we must use $G(T, s) S(f)$ in place of $S(f)$ in equation (2).

(II) One of these phenomena in which the ratio of the instantaneous maxima and the mean value is of importance is the breath of wind (i.e. the gust factor). For the calculation of the gust factor by means of the above mentioned equations we must determine the form of $S(f)$.

An empirical formula by Davenport is frequently used. However, the formula doesn't completely fulfill the Kolmogorov's law for the high frequency range except the exponent of $-5/3$. A semi-empirical form of gust spectrum, equation (6), is derived on the assumptions that a) the velocity profile is expressed by a power law, b) the spectrum must conform to the Kolmogorov's law in the high frequency range and c) the one dimensional gust spectrum approaches a constant as frequency decreases.

$$S(f) = \frac{\overline{u^2}}{\beta} \frac{2 \Gamma(\frac{5}{6})}{\Gamma(\frac{1}{2}) \Gamma(\frac{1}{3})} \left\{ 1 + \left(\frac{f}{\beta} \right)^2 \right\}^{-\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (6)$$

where

$$\beta = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{a}{\overline{u^2}} \right)^{\frac{3}{2}} \left\{ \frac{\Gamma(\frac{1}{2}) \Gamma(\frac{1}{3})}{2 \Gamma(\frac{5}{6})} \right\}^{\frac{3}{2}} V^4 \left(\frac{\alpha k}{z_1} \right) \left(\frac{z}{z_1} \right)^{(2m-1)}$$

k represents the roughness of the ground, α an exponent for wind profile, V the temporal mean velocity at a reference level z_1 , a the Kolmogorov constant.

Both the formulae are compared with experiments to conclude that equation (6) is better when an appropriate constant m is chosen. Moreover, equation (6) shown the reduction of $S(f)$ with increase in the height from the ground which coincides with the observed data. However, no effective difference in using the two formulae appear in the calculated results of gust factor. (Fig. 1).

Thus, as for the calculation of gust factor the Davenport's formula is favorable for its simplicity.

The explicit form of the gust factor Γ is expressed as

$$\frac{(\Gamma-1)}{\sqrt{12k}} \cdot \left(\frac{z}{z_1}\right)^a = \Lambda(T, s, ; V_1) \dots\dots\dots (7)$$

$$\Lambda(T, s; V_1) = \left[\int_0^\infty G(T_*, s_*)^3 \frac{2f_*}{(1+f_*^2)^{4/3}} df_* \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[(\ln T_* N_0)^{\frac{1}{2}} + \frac{\gamma}{2} (\ln T_* N_0)^{-\frac{1}{2}} \right. \\ \left. - \frac{1.9781}{8} (\ln T_* N_0)^{-\frac{3}{2}} + \frac{5.4449}{16} (\ln T_* N_0)^{-\frac{5}{2}} \dots\dots \right]$$

$$N_0 = \left[\int_0^\infty \frac{f_*^3}{(1+f_*^2)^{4/3}} G(T_*, s_*) df_* / \int_0^\infty \frac{f_*}{(1+f_*^2)^{4/3}} \cdot G(T_*, s_*) df_* \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$T = \frac{V_1}{1200} \cdot T \text{ and } s_* = \frac{V_1}{1200} s.$$

Equation (7) is compared with experiments to show a considerably good agreements between them (Fig. 2). The relationship, equation (7), shows the roles of several factors affecting the gust factor. The effects of several factors, z, T, s, k and V_1 are calculated (Fig. 3). For the range of practical use, $\Lambda(T, s, V_1)$ may be approximated by

$$\Lambda(T, s; V_1) = \{0.23 \log T_* + 0.72\} \log s_* + \{0.25 \log T_* + 0.23\} \dots\dots\dots (8)$$

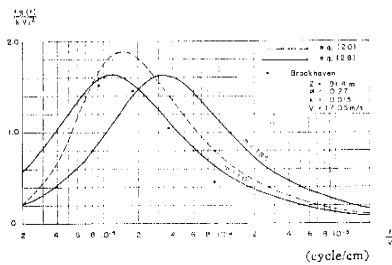


Fig. 1.

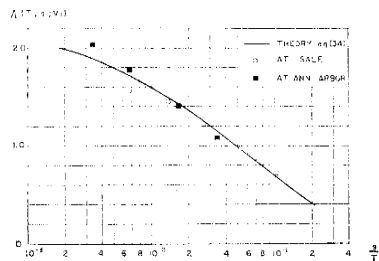


Fig. 2.

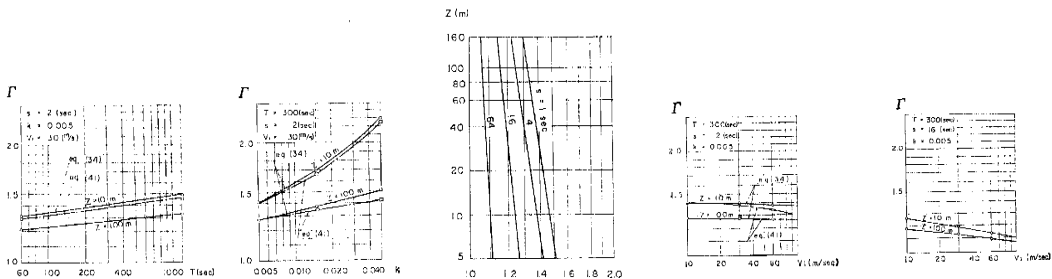


Fig. 3.

As a result, it is concluded that the gust factor increases with the increase in observation time, the decrease in evaluation time, the increase in roughness of the ground, the decrease in height from the ground and velocity at reference level. Most of these conclusions may be expected and explained physically or from equation (7).

(Received Sept. 11, 1964)

(In revised form Nov. 11, 1964)

MARUI

短時間 厚さ及び構造物の弾性係数が判定 できる

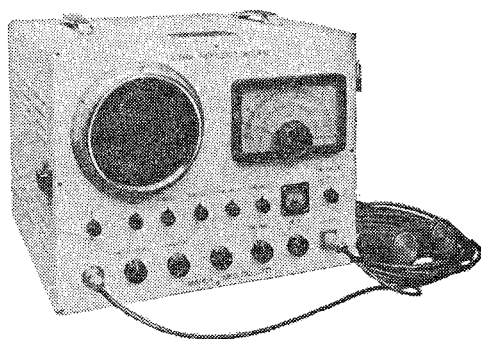
- ① 時間の節約になります (時代に即応)
- ② 正確な判断の参考資料となります
- ③ 無破壊で常に測定出来ます

用 途

- 型枠取除き判定 (経済助力となる)
- ダム・コンクリート等の品質管理
- 道路陸道の厚さ及ボイドの判定
- コンクリートの経年変化・強度の推定等

営 業 品 目

セメント・コンクリート・土質・アスファルト
水理各試験機・無破壊試験器・計量器・各種材料試験機



超音波反射測定器



株式
會社

丸井製作所

本 社 大阪市城東区蒲生町4ノ10番地
電話 大阪 (931) 3541番 (代表)
東京出張所 東京都港区芝田村町5ノ4番地 (吉田ビル)
電話 東京 (431) 7563番



土木用、建築用のあらゆるコンクリート (生
コンクリート、コンクリート製品を含む) を
「最も良質且つ経済的」に仕上げます。



下記製品も「ポゾリス」同様
御愛用下さい。

無収縮 注入材 **エムベコ**
あらゆる間隙を収縮せずに充填します
機械据付、鉄骨橋梁のベースプレート
アンカーボルト埋込み、圧力鉄管裏込
め、クラック補修、漏水防止、防水等
に適します。

耐 磨 材 **マスタープレート**
カラークロン

普通コンクリートの6倍の磨耗抵抗を
創り出します。屋内屋外の床、ガソリ
ンスタンド、道路、水路、プール等に
適します。美しいカラー仕上げも可能
です。スパーク防止に、D.P.Sマス
タープレートがあります。

耐超重 衝撃材 **アンビルトップ**

普通コンクリートの15倍の衝撃磨耗に
耐えます。キャタピラ等超重量物使用
の場所や、ダムの天端、エプロン、ク
レストに最適です。

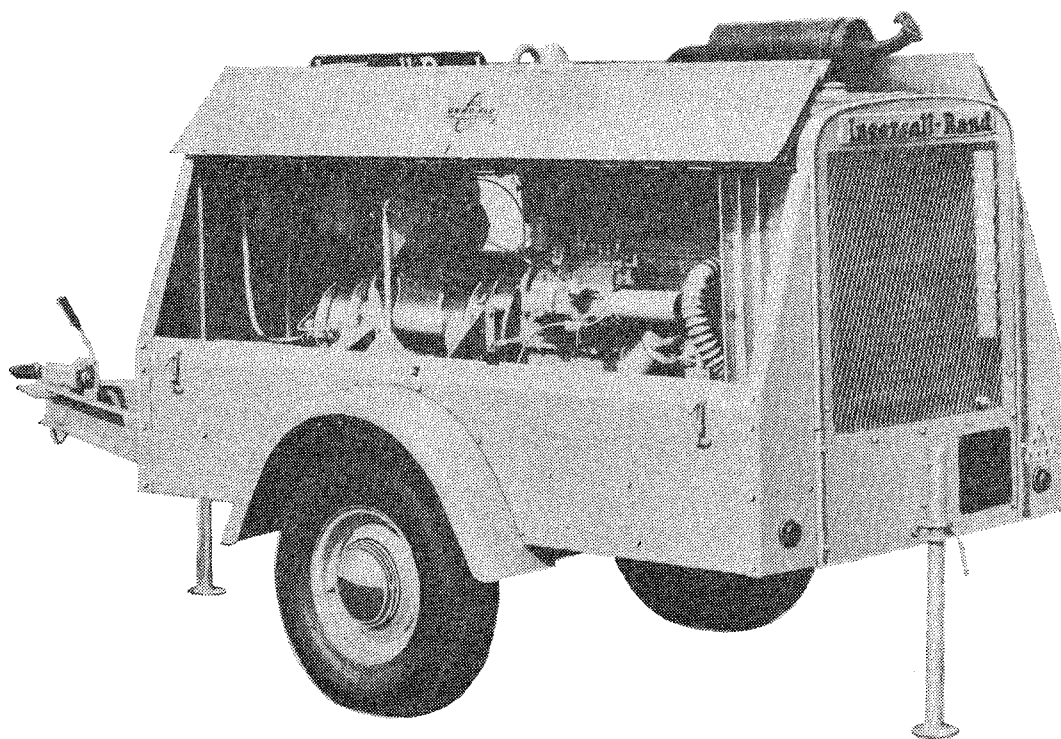
ポゾリス物産株式会社

本 社	東京都港区赤坂丹後町10	電話東京 583-1142(代)
東京営業所	東京都港区赤坂丹後町10	電話東京 583-1142(代)
大阪営業所	大阪市東区北浜3~7 (広 銀 ビル)	電話大阪 202-3294(代)
仙台営業所	仙台市東二番丁68 (富 士 ビル)	電話仙台 23-1631
名古屋営業所	名古屋市中区新栄町1~6 (朝 日 生 命 館)	電話名古屋 24-2285
札幌出張所	札幌市白石中央6~51 (桑沢商店白石ビル)	電話札幌 86-5121(代)
二本木出張所	新潟県中頸城郡中郷村 (日曹二本木工場内)	電話中郷 51 (代)
高岡出張所	高岡市向野本町300 (日曹高岡工場内)	電話高岡 3-2001
福岡出張所	福岡市天神町1~10 (西日本ビル)	電話福岡 75-7471

製 造 元 **日曹マスタービルダーズ株式会社**

(型録技術資料贈呈)

インガソール・ランドの ポータブルコンプレッサー



ジャイロフロー（回転式）とスパイロフロー（スクリュース式）どちらも伝統ある **IR** のマークが高性能を保証します。

- 操作、保守は極わめて簡単
- 効果的な噴油冷却方式
- 無段階容量調節装置
- 運転は平靜で、脈動、振動は殆んどありません
- 各種容量・型式（2輪・4輪付）のものが一貫生産されているので、用途に最適のものが扱えます。アフターサービスも完璧です

主要営業品目

往復動コンプレッサー、ポータブルコンプレッサー、送風機および遠心コンプレッサー、軸流回転式コンプレッサー、穿岩機類、空気・電動各種工具とホイスト、往復動ポンプ他各種ポンプ類、蒸気及び水力タービン、ガス・エキスパンダー、蒸気復水器、真空装置、特殊冷凍機器、各種鉱山用機械、バルブ・製紙用機械装置、各種ガスエンジン、特殊用ディーゼルと蒸気エンジン

■ カタログ御請求下さい。



世界最大のコンプレッサー、ポンプ、ツール総合メーカー

Ingersoll-Rand

日本インガソール・ランド 株式会社

東京都港区青山北町4丁目21番地(西本ビル) Tel: (403) 6571 ~ 5
大阪支店 大阪市西区京町堀1丁目156(中谷ビル) Tel: 大阪 (443) 4750-4795
Cable: INGERSOLL TOKYO Telex: TK 2929 INGERSOL

昭和三十七年五月二十八日
昭和四十年五月二十五日

先
行
（毎月一回）
（二十日発行）
一種郵便物認可

一
木
学
会
論
文
集
第一一七号

定
価
百
五
十
円