

VI-143 建設工事における大規模労働災害の 再現期間について

労働省産業安全研究所 正員 花安繁郎

1. まえがき

労働災害とは”業務に起因して労働者が負傷し、疾病にかかり、または死亡すること”と定義されている。そしてこの労働災害の発生状況を統計的に記述する指標には、単位時間当りの災害発生頻度を示す災害度数率や、災害による労働損失日数を示す災害強度率が広く用いられている。

ところで、労働災害による被害个体数(被災者数)は多くの場合一人であるが、ときおり多数の被災者を伴った大規模な災害が発生している。ひとつの災害で三人以上が被災する災害を労働省では重大災害と呼んでおり、建設業ではこの重大災害が多いことが知られている。しかし、これまでこの災害規模に関する統計的な分析はあまり行われておらず、また災害規模特性を表す指標も定められていない。

そこで本研究では、労働災害による被災者数(災害規模)特性を明らかにし、その結果を用いて大規模労働災害の再現期間を求めることを試みた。本稿はそれらの分析結果をまとめたものである。

2. 労働災害による災害規模の分布特性

労働災害による災害規模分布を分析した事例は殆ど無いのでどのような分布形を想定しても良いが、ここでは労働損失日数の分析事例¹⁾を参考にして、次式のべき関数を仮定する。

$$K = h^n p \quad (1)$$

ここで h は被災者数(災害規模)の大きさ、 p は $h \sim h+dh$ 間の災害発生頻度の密度関数、また n 、 K は定数である。すると、災害規模が $h_1 \sim h_2$ 間での労働災害の発生頻度を $P(h_1 < h < h_2)$ と書くと、

$$P(h_1 < h < h_2) = \int_{h_1}^{h_2} p \, dh \quad (2)$$

となり、 $n > 1$ の場合は、区間 $[h \sim \infty)$ 、即ちある災害規模 h 以上の累積発生頻度 $P(h)$ は、

$$P(h) = \int_h^{\infty} p \, dh = \frac{K}{n-1} \cdot h^{1-n} \quad (3)$$

で示される。被災者数の累積値についても同様な手順で求めることが出来る。以上のことより、災害規模とその発生頻度が(1)式で表現できるならば、累積発生頻度とその災害規模は、両対数紙上の直線で表現できることがわかる。とくに注目すべきことは $n > 1$ (or $n > 2$)であれば災害規模が ∞ までの領域を含めた発生頻度や被災者数を求められること、つまり、非常に大規模な災害を考慮しても発生頻度や累積災害数が有限値として得られることにある。

以上は実数による分析であるが、確率値として評価するためには実数値を規準化する必要がある。まず、災害規模の下限値を h_0 とすると、(3)式から $P(h_0) = 1$ でなければならず、従って、

$$K = (n-1) h_0^{n-1} \quad (4)$$

上式を(3)式に代入すると、上側分布関数として、

$$P_r(h) = (h/h_0)^{1-n} \quad (5)$$

を得る。同式より、確率密度関数 $p(h)$ は、

$$p(h) = \{(n-1)/h_0\} \cdot (h/h_0)^{-n} \quad (6)$$

分布の期待値 $E(H)$ 、分散 $V(H)$ は、

$$E(H) = \{(n-1)/(n-2)\} h_0 \quad (n > 2) \quad (7)$$

$$V(H) = \{(n-1)h_0^2\} / \{(n-2)^2(n-3)\} \quad (n > 3) \quad (8)$$

また被害規模 h の災害の再現期間は、

$$T_h = 1 / \{P_r(h) \cdot N/D\} \quad (9)$$

ただし、 $P_r(h)$; 災害規模が h 以上の確率

D ; 観測期間、 N ; 観測期間中の災害数

以上の考察結果を実際に発生した労働災害に適用した事例として、図-1には1977-1988年の12年間に建設工事で発生した重大災害の規模分布を分析した結果を示した。図には実際の災害規模を▲印で示し、また重大災害の下限値 $h_0=3$ で規準化した規模分布を□印で示した。

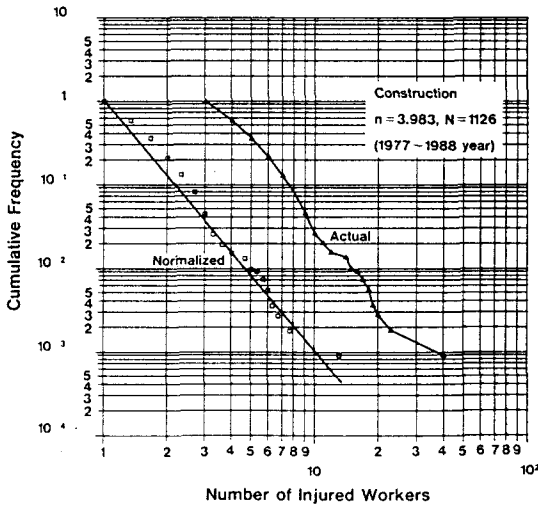


図-1 災害規模・発生頻度曲線(建設工事重大災害)

表-1 大規模災害の再現期間(業種別分類), n 値, および $E(H)$, $V(H)$

規模	全産業	建設業	土木	建築	設備
10	0.05	0.39	0.88	2.09	2.38
20	0.18	3.05	6.87	15.72	17.38
30	0.38	10.24	22.92	51.14	55.56
40	0.66	24.14	53.89	118.11	126.76
50	1.00	46.97	104.59	226.08	240.24
n 値	2.870	3.983	3.972	3.910	3.867
$E(H)$	6.448	4.513	4.521	4.570	4.607
$V(H)$	---	6.945	7.076	7.889	8.538

表-2 大規模災害の再現期間(災害種類別分類), n 値, および $E(H)$, $V(H)$

規模	墜落	土砂崩壊	倒壊	火災	交通
10	15.92	12.87	2.67	1.99	0.73
20	217.94	202.60	18.76	6.06	5.23
30	1007.22	1016.16	58.69	11.65	16.58
40	2983.95	3190.40	131.83	18.51	37.58
50	6928.60	7749.16	246.96	26.52	70.91
n 値	4.775	4.977	3.813	2.610	3.845
$E(H)$	4.081	4.008	4.655	7.918	4.626
$V(H)$	2.486	2.043	9.474	---	8.902

同図に示したように, 災害規模と発生頻度の関係は両対数紙上で直線で近似できることが分かる。また, 例えば 10人以上の災害規模の確率は(5)式より $(h/h_c)^{1-n} = (10/3)^{1-3.983} = 0.0276$ であり, さらに観測期間12年間で 1,126件の重大災害が発生しているので, 10人規模災害の再現期間は, (9)式により, $T_h = 1/(0.02765 \times 1126/12) = 0.39$ (年) となり, ほぼ5ヶ月に一回起こっていることが分かる。

同様に重大災害を業種別や災害の種類別に分類して分析を行った結果を表-1と表-2に示した。表-1から, 建設工事の各業種の n 値はほぼ等しく, 災害規模に関する業種間の差はみられない。一方, 災害種類別の分析では, 火災(爆発も含む)が建設業では災害規模が一番大きいことが分かる。

また災害規模・発生頻度曲線の傾き n は, この値が小さい程平均災害規模が大きくなつた大規模災害が起こり易いことが分かる。このことより n 値は災害規模特性を表す指標として利用できると思われる。

3. まとめ

以上本報告では, 労働災害による被災者数の規模特性について考察を加えるとともに, 大規模災害の再現期間を求めたが, それらの結果をまとめると以下のようなものである。

(1) 労働災害による被災者数(災害規模)とその発生頻度との関係は簡単なべき関数で記述でき, 図面上では両対数紙上の直線で表すことが出来ることを示した。

(2) 上記関係式を用いて, 災害規模の確率分布を定めることが出来, 更に, ある期間の平均災害数を得ることが出来れば, 特定規模災害の再現期間を算出出来ることを示した。この知見をもとに業種別, 災害種類別に特定規模災害の再現期間を求めた。

(3) 今回の分析では, 災害規模に関しては, 土木工事, 建築工事, 設備工事の業種別による差は見られなかった。一方, 災害種類別では, 火災の災害規模が大きいことが示された。

(4) 災害規模・発生頻度曲線の傾き n は, n が小さいほど大きな災害が起こるなど, 大災害の起こり易さを示している。指数 n は災害規模特性の指標として利用できることを示した。

参考文献 1) 花安・鈴木: 労働災害の強度特性に関する一考察, 第43回土木学会年次講演会, VI-15, 1988