

VI-7

労働災害の発生過程に見られる差異について(第2報)

—上越新幹線トンネル建設工事における災害発生過程の傾向—

労働省産業安全研究所 正員 ○鈴木芳美
同 上 正員 花安繁郎

1) まえがき

これまで、C T A (Causal Tree Analysis) 手法を用いて労働災害の発生過程を追跡し、労働災害の発生状況を、人的要素 (I)、作業内容に関する要素 (T)、物・機械・設備等に関する要素 (M)、物理的作業環境要素 (E_p) 及び管理的要素 (E_s) の5種類の各要素の相互関連の形で捕え直し、整理する試みを示してきた。^{1)~4)} これらは、労働災害が発生に至るまでに上記の各要素がどの程度の割合で寄与しているのかを示す「要素出現頻度(あるいは要素出現率)」として、また労働災害が発生に至るまでに上記の各要素が相互にどのように影響を及ぼし合っているかを示す「影響頻度(あるいは影響確率)マトリクス」として整理される。今回は、上越新幹線建設工事で発生した労働災害事例に対してC T Aを実施し、当工事で発生した労働災害の発生過程の傾向を、工事規模・災害種類・工事種類等の面から知るとともに、その整理結果の概略を示した。³⁾

今回は、前回報告した分析事例の中から主にトンネル工事についての分析結果を取り上げ、種々の作業段階における労働災害の発生過程の傾向・その他について検討を加えた結果について述べる。

2) 分析資料とその選択

C T A分析に供した資料としては、前回述べた様に、工事期間中に発生した労働災害の資料として系統的に得られる労働省の災害調査復命書・労働者死傷病報告書などを中心に、筆者等が収集・把握した個々の労働災害事例についての関連資料の中から選択した。まず複数の工事・複数の工区を施工した43社の元請企業の中から無作為に9社を選択し、その企業の担当した工区を逐次無差別に選定し、選定工区の工事で発生した災害事例を全て分析対象事例とすることとした。総分析事例数は234件、うちトンネル工事での分析事例数は159件である。³⁾

表-1 要素間影響確率マトリクスの類似性

3) 分析結果と考察

個々の分析事例についての一連のC T Aの結果を集計することにより『要素出現率』と『要素間影響確率マトリクス』を求めた。

表1に上越新幹線建設工事全般の分析結果を種々の角度から整理し、得られる複数の要素間影響確率マトリクスについて相互の類似性を χ^2 による適合度検定により検討した結果を示した。

災害種類や元請企業の違いによって災害発生過程での5要素間相互の影響・関連の程度には差異が認められる一方、工事種類による差異は認められていない。^{2), 3)}

また被災者の属性(年齢・経験

比較項目	類似性を比較した要素間影響確率マトリクスの数と対象内容	類似性
工事規模別	2 上越新幹線建設工事と道路建設切取工事	なし
災害種類別	4 上越新幹線建設工事； 墜落災害、飛来倒壊災害、建設機械災害、崩落落石災害	なし
	2 道路建設切取工事；土砂崩壊災害と建設機械災害	なし
元請企業別	9 上越新幹線建設工事；A～HおよびJ社	なし
工事種類別	5 上越新幹線建設工事； トンネル、橋梁、高架橋、軌道、その他一般	有
災害の発生時間帯別	3 上越新幹線建設工事；昼方午前(7～12 Hr)、昼方午後(13～18 Hr)、夜方(19～6 Hr)	なし
被災者の年齢別	10 上越新幹線建設工事； 19歳以下、20～24歳、25～29歳、30～34歳、35～39歳、 40～44歳、45～49歳、50～54歳、55～59歳、60歳以上	有
被災者の経験年数別	7 上越新幹線建設工事；4年以下、5～9年、10～14年、 15～19年、20～24年、25～29年、30年以上	有
被災者の傷害程度別	6 上越新幹線建設工事；休業日数7日以下、同1～2週、 同1ヶ月、同1～2ヶ月、同半年、死亡	有
被災者の職種別	6 上越新幹線建設工事；型枠工、大工等、土工等、機械工、 元請職員・世話役等、その他	有

年数等）による差異も認められないことが判明した。

これらの状況は工事の進捗状況や工程等の条件を考慮して検討する必要がある。そこでここではトンネル工事での結果を工区・作業段階・作業時間等に着目した再分析を行った。表2にその結果として得られた5要素の出現率を、また表3には要素間影響確率マトリクス（略）の相互類似性についての検討結果を示した。

トンネル工事の各工区により5要素の出現率、要素間影響確率マトリクス（略）には差異が認められた（表2、表3）。

表-2 上越新幹線建設工事トンネル建設工事における要素別出現率一覧

分類項目		分析資料数 (件)	要素別出現率 (%)				
			I	T	M	Ep	Es
トンネル工事のみの合計		159	13	37	37	12	2
トンネル工区別	D-トンネル u工区	9	26	29	32	10	3
	I-トンネル k工区	20	14	34	40	10	2
	S-トンネル u工区	29	9	30	52	6	4
	S-トンネル k工区	23	13	36	30	18	3
	S-トンネル s工区	14	9	41	33	14	2
	M-トンネル m工区	18	10	38	38	12	3
	M-トンネル k工区	12	15	36	37	10	2
	U-トンネル m工区	35	12	46	27	16	0
トンネル作業段階別	ずり出し・運搬作業	34	17	38	35	8	2
	掘削作業	33	11	34	35	16	4
	支保工建込作業	36	6	40	29	25	1
	覆工作業	18	16	40	36	5	4
	修理・整備等作業	24	9	40	49	2	1
	移動・その他	14	18	28	38	14	3
時間別	昼方 (7~12 Hr)	73	16	36	37	11	1
	昼方 (13~18 Hr)	53	11	38	38	11	3
	夜方 (19~6 Hr)	32	7	39	35	14	4

表-3 上越新幹線トンネル建設工事における要素間影響確率マトリクスの類似性

トンネル工事での作業サイクルを考慮して掘削・支保工建込等の6種類に分類した作業段階毎に、要素出現率・要素間影響確率を再整理した結果では、掘削・支保工

比較項目	類似性を比較した要素間影響確率マトリクスの数と対象内容	類似性
工区別	8 上越新幹線建設工事；5トンネル8工区	なし
作業段階別	6 ずり出し・運搬作業、掘削作業、支保工建込作業、覆工作業、修理・整備等作業、移動・その他	なし
時間別	3 昼方午前(7~12 Hr)、昼方午後(13~18Hr)、夜方(19~6Hr)	なし

建込等の段階で物理的作業環境要素(Ep)の出現率の大きいことが確認（表2）され、また作業段階別にまとめた影響確率マトリクスの相互の類似性は棄却（表3）された。すなわち各作業段階毎に災害発生過程に差異があると考えられ、各作業段階に見合った安全対策を考慮する必要性を示唆するものと考えられる。

時間別に整理した結果では、要素出現率には大きな差異は認められない（表2）ものの、要素間影響確率マトリクス（略）には相互の類似性は認められない（表3）。これは、夜方が掘削作業が中心であるのに対して、昼方では掘削作業以外にコンクリート打設・資材搬入等の作業が加わり、坑内滞在作業員数、人員・資材の坑内への出入回数、作業の輻輳等（図表略）が増大していることが反映した結果と考えられる。

4) あとがき

現在のトンネル建設工事は、上越新幹線建設工事当時には主流であった鋼アーチ支保工建込・コンクリート覆工による在来工法に代わって、ロックボルト打込・コンクリート吹付によるいわゆるNATMによる施工が多くを占めるようになってきている。これらの工法の変換は、先進導坑・上半等の複数の切羽の存在に伴って輻輳する軌道運行システムの単純化や坑内空間の拡大化など、軌道災害などの労働災害の防止の上では、多くの利点をもたらしていると考えられている。

しかし一方では、在来工法の場合に加えて計測作業や粉塵対策など、施工に際して新たな配慮が不可欠となってくる側面も存在し、それに伴う安全・衛生に関する新たな取組み方が必要とされてきている。

労働災害の発生は種々の要因が複雑に絡みあった結果であり、労働災害の防止に資する有効な安全管理を進めてゆく上で、災害の発生過程にかかわるデータの蓄積が必要とされ、工法の変化等に伴う労働災害の発生過程の変化についても、今後十分な解析を進める必要があると考えられる。

＜参考文献＞ 1) 鈴木、第39回土木学会年講 IV-58 (1984.10)、2) 鈴木、第15回安全工学シンポジウム 2B01(1985.7)、3) 鈴木、第40回土木学会年講 VI-22 (1985.9)、4) S.Hanayasu, Y.Suzuki, I.Mae, Accident Analysis and Safety Assessment for Tunnelling Work, IABSE Symposium, Tokyo (1986.9)