

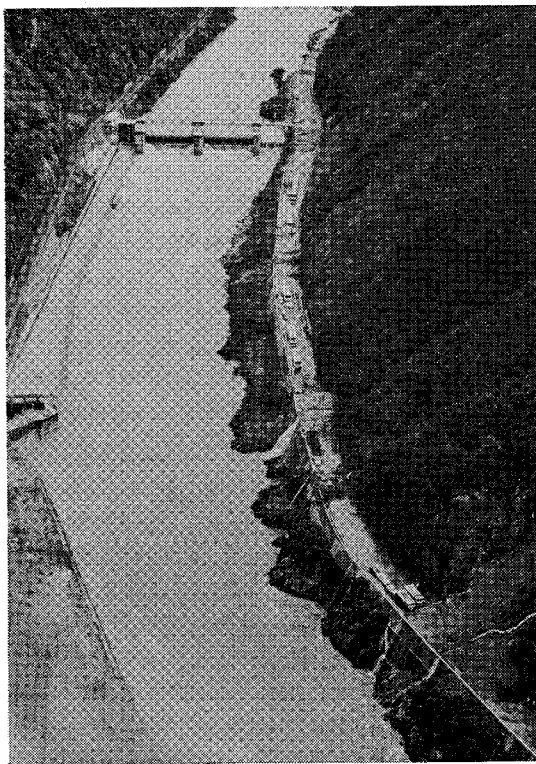
土木における“安全性”

丸 安 隆 和*

1. 土木技術は医学の発達に及ばないか

昭和 43 年 8 月 18 日、岐阜県加茂郡一帯を激しい集中豪雨が襲った。その日、国道 41 号線に乗鞍に向けて通りかかった観光バスが、激しい雨に前進をはばまれて一時避難をしているところに土砂崩れが起こって、2 台のバスが飛弾川に転落、折からの激流に吞まれて 104 人も尊い生命が奪われた。この現場には崖崩れに対する防災工事が全く施されておらず、ただ 1 km 離れたところに「落石注意」という標識が立てられていただけだと

写真一 飛弾川バス事故発生現場 (共同)



* 正会員 工博 東京大学教授, 生産技術研究所

いう。もちろん、このような土砂崩れなどは予期していなかったのだろう。そして、偶然にも豪雨を避けてわざわざそこにバスを駐めていたのである。

このような事故は確率的にいえばきわめて小さいものであるが、実際に多くの犠牲者が出たのである。これを不可抗力な自然災害と簡単に片づけるには、あまりにも大きい犠牲であった。

写真二 四ッ木橋橋脚工事の事故 (共同)



昭和 44 年 4 月 1 日、墨田区荒川放水路・第二四ッ木橋基礎工事現場で、リングビーム工法で橋脚の基礎掘削を行っていたところ、突然支えられていたシートパイルが崩壊し、その中で作業していた 8 人の労務者が生埋めになるという事故があった。リングビーム工法は最近採用され出した新しい工法で、すでにいくつかの現場で試みられていたが、今度の事故を契機として、リングビームの工法についての検討がなされているということを知っている。工事中に、このような事故が再び起らないようにすることはもちろん大切なことであるが、万一起きたときでも、犠牲者だけは出さないよう十分な処置が

考えられなければならない。

昭和 43 年 11 月 2 日、兵庫県有馬温泉の旅館満月城で火災があり、死者 30 名、負傷者 48 名という多くの犠牲者がでた。このように大被害になったのは、旅館は好景気に支えられて増築につぐ増築を続け、廊下は迷路のように複雑で、それに電灯も消え、非常口のありかもわからず、煙と炎に追われながら逃げ場を失い、多数の人々が生命を絶っていったのである。

毎日毎日の新聞は、交通事故による死亡記事を載せないことがない。毎年毎年、交通事故によるいたましい死亡者の記録が更新されていく。

つい最近までは、わが国の死亡の原因として第一に結核があげられていたが、いまでは結核はほとんど 100% 近く治療できるまでになり、これに代ってガンと脳溢血が難病として残るだけとなった。ガンについても、早期発見すれば克服できるようになりつつあり、PC-B 45 などという新薬もできた。脳卒中についても、血圧を測りながら養生すれば、ある程度まで予防できるという。医学の発達には、人類の生命を守り、従来より確かに人生を楽しみつつ長生きすることに貢献している。

しかし、これに代って災害や交通事故による死亡者は年々急増してきた。これらは大なり小なり土木技術者に関連の深い場所で起っているできごとである。人命尊重が強く要求されているとき、われわれはもっと真剣にこれらの問題に取り組まなければならないのではないだろうか。安全な環境づくりのために、また安全に工事を行なうことができるように、いたずらに医学に独走を許してはならないし、医学の発達に拍手を送るだけではないのである。

2. 土木における「安全」を考える場合の基本

土木における“安全”を考える場合、三つの対象にわたるのがよい。第一は、計画の段階で主として自然災害をいかに防ぐかを考える場合であり、第二は設計の段階で安全を設計に組み入れ、つくられる施設や構造物がいかに安全性に考慮がなされなければならないかを考える場合、第三は、これらをつくる段階で、いかに労働災害を防ぐかを考える場合である。前節には、それぞれの段階で起ったと思われる災害を、最近起ったものの中から拾ってみた。これらの事例について詳しく追求してゆくに先立って、われわれが安全を考える上で共通して持つべき基本的な問題点をあげておこう。それは、だれもが安全に対して関心をもち、安全対策に対しては、その科学的なしっかりした根拠と実行する熱意を持たなければならないということである。人々は自分自身の生命や健康を守ると同時に、自分の思い上がりや失策によって

他人に災害を及ぼすことのないように、十分に留意することが必要である。つい最近のある週刊誌に“日航社員はおく病者”という記事があった。これは天候が少し悪いと飛行機を飛ばさないということを指していっているのである。しかし他社の飛行機が飛んでいるのに、日航だけが欠航すると決断するには、よほどの勇気が必要であろう。科学的な情報に対して臆病であることは立派なことだということである。これによって重大な事故が防げるのであれば、それは誠に有難いことであるし、日航に対する信頼感は、ますます高まることになるであろう。气象台の出す情報をもとにしての決断は、無理して飛んでうまくいったときに受ける一時的な感謝よりも、はるかに大きい意義があるだろう。

“雨い弱い新幹線”とか“雪に弱い新幹線”とか、新幹線も当初はずいぶん批判されてきた。しかし、国鉄は新幹線の事故の重大さをよく知って、決して無理はしなかった。そして十分な安全装置を施したことも加えて、運転開始から今日まで 5 年以上も経って、なお重大な事故が一件もでていない。“安全”を十分に願う技術者の熱意こそが、災害を未然に防ぎうる第一の前提である。危険を克服して、急峻な岩壁をよじ登り、頂上をきわめたときの満足感もわからぬではないが、公共的な仕事、多くの人達の生命や財産を預り、守らなければならない仕事に従事する土木技術者は、危険を乗り越える歓びより、“安全を守る”心がけを第一義とし、何にもまして重要であることを忘れてはならない。これは消極的であることを意味するのではない。ある場合には慎重な決断と勇気が必要とするものである。

3. 防災工事に合理的な計画を

わが国は毎年いろいろな災害に見舞われ、多くの生命や財産が失われる。これらの自然災害をどうしたら未然に防ぐことができるだろうか。現在のところ、災害を全くなくすることはまず不可能なことである。このようにしようとすれば、それには無限に近い投資をするか、そこから一切の生命や財産を引き払うしかないだろう。十勝沖地震では約 600 億円の被害を受けたといわれる。しかし、600 億円の投資をしておいたからといって、地震の災害を皆無にすることはできなかったに違いない。いつ、どこに起るかかわからないマグニチュード 7.8・震度 6 の地震に対して、すべてを安全であるように計画し設計することは不可能なことであり、馬鹿げたことでさえある。それなら、どこを、どの程度に安全にするか、どこに、どの程度の投資をしたらよいか、を考えなければならない。このことは、科学として防災問題を考える必要性を要求する。最小の投資で最大の効果をあげるため

の予算の配分も問題になる。安全工学では、人間を含めた施設設備、投資を一つのシステムとして総合的に考えてゆくことが必要である。

しかし、現在の社会や環境は複雑である。一つの工事にも、これに関連することがらがやたらに多く、これらの要求をすべて満たすような最適解を見出すことが、なかなか大変なことで、従来のような一人の技術者の“経験”や“かん”や“天才的な才能”だけに頼っていたのでは、とうてい不可能となった。この問題を解くには、問題をシステム化することによって、科学的な方法論として取り扱わなければならないと思われる。

その必要性は、対象が従来のものにくらべてはるかに巨大になり、それを取り巻く環境が複雑化し、また大きな投資が必要となり、計画や設計の精度をいままでよりも、ずっと高めなければならないことなどによって、いっそう切実なものとなってきた。

PPBS (Planning Programming Budgeting System) は、もうあちこちで使われ出した新しい言葉である。これらはマクナマラ元国防長官が開発した政策決定のための科学的手法で、国家目標を明確化し、最も緊急度の高いものを選び、費用効果の対比分析にもとづいて最善の方針を選定するシステムで、1965年ジョンソン大統領が各省にこのPPBSの適用を命令し、現在各省で具体化が進められているといわれている。

わが国における公共投資も確かに一つのシステムと考え、科学的手段によって処理すべきである。すなわち、防災工事を計画する場合でも、その危険度を科学的に推定し、合理的な順位づけを行ない、予想される災害の程度と投資額のバランスを算定し、最も効果的な工法を選択し、すべてが客観的に納得のいく方法を組み立てるべきである。交通事故があって犠牲者が出ると歩道橋ができる式の思いつき、出たところ勝負の金の使い方であってはならない。しかし、このようなシステムを完成するには、その前提として十分な調査資料(各種の情報)が必要である。質のよい、十分な数のデータのみが、適切な解を導き出すことができる。従来から、土木技術の中では調査や測定が、その性質が地味であるために、ややもすると軽んぜられる傾向が強かった。それに、測定に対する技術が未熟であり、申訳け程度の測定が行なわれたとしても、それをどう整理し、どう利用すればよいかについては、全くといってよいぐらい無関心であった。

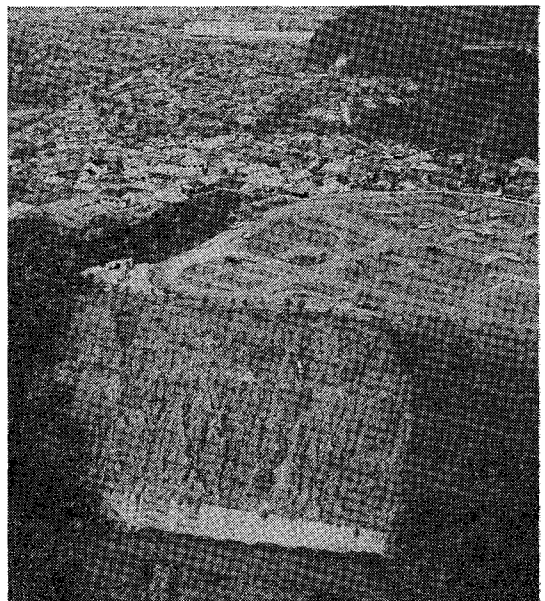
複雑化した社会環境のもとでは、情報の収集とその適切な分析こそが、すべての計画を合理化し、迅速な対処を可能にする基本である。情報時代に対して、土木も決してその例外とはなり得ない。

このようにして決定され、施工された防災工事にもかかわらず、全く予期しなかった原因のために災害が起っ

たとしても、それはその時点での技術レベルでは避けることのできなかった“自然災害”であるといいきることができるであろう。

このごろ都市周辺における宅地造成がきわめて盛んである。この工事は技術的にみれば土工が主であって、それほどむずかしい問題が含まれていない。それだけに計画も設計もずさんな場合が多く、悲劇を生むことが多くなった。昭和13年の台風では、鹿児島、宮崎両県下で死者・行方不明594人を出している。今年もまた同じような被害を出してしまった。いろいろな対策も打たれてはきたが、「宅地造成など急速に進み都市化の波が、さなきだに弱いシラス地帯の自然の排水機構をこわし、ますます危険なものにしている」と嘆かせるのである。

写真-3 鹿児島シラス台地の崩壊 (朝日新聞)



多年の懸案といわれた“ガケくずれ防止法案”が6月末やっと国会で成立した。全国7300ヵ所の危険地帯の防災にこれから取り組むことになるが、思いつきではなく、科学的・技術的な手法にのっとった計画と設計がなされるよう、希望してやまない。

4. 予測の技術——安全工学の基礎

安全の技術というのは、広く安全な計画、安全な設計、安全な輸送方法、安全な廃棄物の処理方法などをさすものである。しかも、これらの安全対策を最初の計画に盛り込むことが重要である。要するに、最初から事故の発生を予測し、それを防ぐ方法を計画の中に入れておかなければならない。どのような事故が起きたら、どのような被害にまで発展するかを予測するのである。

これによって、これに対応する投資の程度も確定される。

科学的方法によって予測を行なう場合には、すべて確率論的な取り扱いとならざるを得ない。しばしば思いがけない事故が起っても、それは“確率の範囲内で仕方がなかった”というようにするのである。しかし、この確率は非常に高いものであることが必要である。アポロ計画では、おそらく 100%の確率で安全性を確保することを考えているのであろう。高い確率で予測が成功するには、解析に用いる情報の質と量とが決定的な要因となる。

災害を予測するには、どうすればよいか。一つは従来事故例について、その原因と結果とをよく調べ、多くの経験をもつという帰納的な方法であり、いま一つは、災害とその安全対策についての知識を体系的にまとめて一つの学問としてとらえ、普遍的な原則から出発して、未経験の問題を解決するという演繹的な方法である。これがいわゆる安全工学である。

このような方法で危険度を予知し、対策の規模と順位づけを取り扱った例はいくつかある。その最初の例は、日本国有鉄道が昭和 33 年に行なった“踏切道の事故発生率算定方式の研究”¹⁾であろう。この問題はきわめて多岐にわたる多くの要素を包含しているので、その分析には大変苦労したようであるが、合理的にかつ容易に危険度と事故発生率を算定する一つの方式を確立し、これによって踏切保安設備の整備の基準改善の根拠をつかった。

続いて、やはり国鉄で、土讃線防災対策委員会を組織し、土讃線で起る土砂崩壊、地すべりの危険度予知の研究を行なった。“統計による災害分析”²⁾はこの委員会報告をやさしく解析したもので、災害予知の方法とその基礎的な考え方を学ぶには非常に参考になる。

筆者は、危険度予知の方法を都市における崖崩れの危険度予知に適用³⁾したが、特に土木における自然災害を取り扱う場合には、地形、土質、地質、土地利用、水系、植生、人工構造物などがきわめて重要な要因であり、相当広範囲にわたって、これらの情報を、どのようにして抽出し処理するかが問題となる。この場合、航空写真の利用は不可欠であり、地形要因を電子計算機で処理する



ために、地形をどのような形で表現するのがよいかなどが、問題解決のポイントとなる。この論文の中では新しくベクトル地形モデルを提案しているが、別にいろいろな形式によるデジタル・モデルも利用できる。そのほか写真情報の質と量を向上させるために、カラー写真や赤外線写真の利用も考えられる。

いずれの場合でも危険度を予知しようとするには、情報をいかにして収集するかが重要である。従来は、災害があれば一応の調査は行なわれるとしても、それは災害の現象の説明と、その最もらしい理由づけをすることだけが目的であった。復旧や救済の対策が急がれることもあるが、同じ災害の再発を未然に防止するための処置について、さらに一歩進んだ検討を行なうために必要な資料を得るための努力が忘れられてはならない。

国土の開発が進み、人口が密集するにつれ、危険がいよいよ身近になり、災害の規模や頻度が大きくなる。これらの災害を防止するために、限られた予算をいかに有効に使い、安全対策をいかに科学的に推進するかを考える必要がいよいよ大切になってきたように思われる。

5. 施工現場における安全性

このごろの土木工事は非常にむずかしいものが多くなった。従来なら避けて通るような所でも工事が計画されるし、それに工期がえらく急がれるものが多い。機械化が難工事を処理する上に非常に役立っているが、熟練工がますます得にくくなってきている。

このような状態のもとで事故を絶対に起してはならないというのは、なかなか困難なことである。それは非常に大きい経済的な負担が伴うし、工場設備や構造物の安全性を考えるのと違って、施工中の諸設備は一時的な手段であって、最終の目的物でないということである。しかし“どんな場合でも犠牲者は出してはならない”という至上命令がある。

安全対策はただ施工業者だけが考えるべきものでなく企業者側でもその重要性を十分認識し、必要な経費は計上するぐらいの協力がなければならぬ。しかし、それでもなお災害は絶対に起らないという保証はない。この場合、どのように対処するかも十分考えておくことが必要である。

災害が起ると、それは不注意によるものか、全く思いがけない天災的なものであるか、科学的または技術的に検討し、正当な結論を導くことが最も大切なことであるが、いろいろな面からの関連や思惑が圧力となって、うやむやに処理されることがないではない。

いずれにしても災害が起るには、必ずその原因があるもので、しかもそれが何の前兆もなく、全く突然に起るということはないのではないか。その前兆をすみやかにとらえれば、事故を未然に防ぐこともできる場合もあるだろうし、少くとも事故による被害を最小限に止めることも可能であろう。

この点に関し、次のような論文を引用しよう。

地震の予知は、地震学者の悲願であるとともに、一般の人々にとっても切実な問題である。しかし、地震予知の可能性がいわれ出したのはごく最近のことで、10年ぐらい前までは地震予知を公然と口にすることは、地震学者の間でも、なんとなくはばかられていた。従って“地震予知学”あるいは“地震予知論”とよぶにふさわしい学問体系が存在したわけではない。ここに述べることは、地震予知の実現を指向する諸研究の総括であるに過ぎない。しかし、精密科学として地震学をおし進めて行けば、観測結果にもとづいて地震発生を予知することは相当程度に可能になるはずであるし、また予知を目標として努力することは地震学の進歩に大いに寄与する……。

わが国が毎年受ける自然災害のうちで、地震による被害がどのくらいの割合を占めるかは、手もとにデータがない。関東大震災のような大きい地震が東京を襲えば、その被害や混乱は測り知れないものがある。しかし、その確率は毎年必ず襲う台風や集中豪雨の災害とくらべればぐっと小さいものであろう。それなのに、われわれは地震の恐しさを身にしみて感ずるのである。もし、台風と同じように、襲来する時刻や大きさが1日でも2日でも前にわかっておれば、われわれの抱く恐しさは大いに軽減され、対応処置もとれるであろう。十年前までは、口にすることさえはばかられていた地震予知が……。

地震予知の実用的方法を確立するためには、問題を定量化することが必要である。地震予知のための要素が観測されたとしても、そのために地震発生のマグニチュードおよび時刻に関する確からしさが、どれだけ増加するかを数量的に見積ることができなければ、地震予知としての価値は小さい……。

という段階にきているのである。それなのに、土木工事に起る事故が、全く何の兆候もなく起ると考えることが是認できるだろうか。それは兆候を見出す工夫がなされていないか、あるいは兆候があってもそれを軽く見過しているからだといつていい過ぎだろうか。天変地異といわれ、防ぐことも避けることもできないと考えられてきた地震でさえも、何とか定量的な予知をしよう、そして被害や混乱を少しでも軽くしよう、という努力が続けられている。

土木の現場で、観測や測定が真剣に考えられ、取り入れられたら事故の予知も決して無理ではないだろう。補強なり、退避なりの応急処置もとれるはずである。直接の目的でないものには金は使いたくないし、自動測定装置やそれに伴う非常警報装置などには土木以外の技術が必要で、どうしても臆劫になりやすいものである。しかし、常時の観測や測定のデータが、事故とその犠牲を防ぐのにどんなに重要であり、役立つものであるかを深く認識することが必要であろう。安全に対する投資は、最も有効な投資である。

かつて、筆者が薬液注入の研究を行っていたとき、注入をして工事が首尾よくできると注入が必要ではなかったのではないかとよくいわれたものである。注入は今でも相当高価につくので、なかなか事前に注入しておく決心がつきにくいのであるが、一度崩壊などの事故を起してから手直ししようとする、注入にしても倍する工事費が必要となる。責任技術者は、ここで適格な判断をしなければならぬが、このためにも科学的な資料にもとづく判断がなされるようにしなければならぬ。十分な基礎資料の準備と、これにもとづく合理的な計画が、事故を未然に防ぎ経済的にもよい結果をもたらすことに

なる。

十分な安全対策、災害の予知とその適切な処置が十分に検討され、実施されておれば、そこに働く人達に非常な安心感を与え、ひいては、勤労意欲も向上するであろう。安全な工事は対外的な信用をうる所以でもあり、災害の防止は企業者の自己防衛にほかならない。

一人一人の安全に対する認識は事故を防ぐ第一の条件ではあるが、さらに科学的な事故予知や安全設備、それに必要な予算的な措置など、工事を無事故で完成させるには、工事に関係ある人達の真摯な協力と理解と熱意がなければならない。安全規則を一方向的に押し付けるだけでは十分だと考えてはならないことを強調しておこう。

6. 安全を積極的に設計しよう

事故の第三の例として、ホテル火災をあげた。先にも述べたように、好況に支えられて多くの旅館は増築につぐ増築を続け、一貫した設計からほど遠いものになっている。廊下は迷路であり、電灯でも消えたらどちらに逃げたらよいか全くわからず、炎と煙に追われて多くの犠牲者を出す例が多い。

東京都防災会議の地震部会と風水害部会が発表したところによると、関東大震災程度の地震が起れば、荒川と隅田川にかかる橋の大部分が危険で、また伊勢湾台風級の暴風雨に見舞われると、高潮と洪水の危険があるという。江東の河川では護岸も一部崩壊し、防潮水門の操作装置がこわれ、高潮が逆流することも考えられる。これが夜中だったら逃げまどう人々で大混乱となろうといっている。こんな状態になったら、東京中は旅館の火災どころ比ではなく、全くの生地獄になるであろう。

高速道路を走りながら、こんなことを考えた。羽横線が開通するまでは 20 分もかからないで羽田まで行けたのが、このごろでは 1 時間もかかることがしばしばである。すっかり満配になった自動車の群である。大地震が起きたら、これらの自動車はどうなるだろう。高速道路

写真一五 高速道路の渋滞を知らせる案内標



の一部でもこわれれば全くの糞づまりであり、1 台の自動車が火災でも起したら、またたく間に燃えひろがるに違いない。行くことも、帰ることもできない高速道路には非常口を見付けることができない。長い長い高架の上で一体どんなことが起るだろうか。

旅館には消防署からきびしく非常口や避難バシゴなどの設備を要求しているが、高速道路にも、人間だけでも避難できる非常口が必要なのではないだろうか。

災害の危険性は文明の進展とともに、その種類も規模もますます増大してきている。技術が進歩すればするほど、人口が密集化すればするほど、安全の科学・技術も進歩しなければならない。現在では生産技術や社会が発展するほどに安全の技術は進歩せず、また考慮もなされず、このアンバランスが大きい災害の原因となっている例が多い。

安全に対する投資は直接の利益にはつながらないかも知れないが、結果的には最も有効な投資となることを十分認識し、十分に科学的な考慮をはらいつつ、安全に対する設備を最初から設計しなければならない。これによって人々は、精神的にばかりでなく実際の生活においても豊かになり、真の繁栄がもたらされることになると思う。安全を積極的に設計しなければならない時点にきている。

7. 完全な作業管理がミスによる災害を防ぐ

この原稿を書いている夜、渋谷駅の構内でタンク車が脱線し、その復旧まで丸一日相当な混乱が続いたというニュースを聞いた。しかし、爆発だの火災だのという大きい災害にならなかったのは幸いであった。この原因はポイントのトングレールの折損によるものであったという。

現在国鉄では一日にどのくらいの列車が、どのくらいの距離を走っているか、このためにレールの長さなどのぐらいいあって、トングレールがいくつ使われているかなどの資料はいま手許にはない。しかし、それは大変な数になることは確かである。すべての列車が無事運転されるには、すべてのレールが正常であり、一つのトングレールも故障してはならないのである。

どのようにして、この莫大な施設の点検を行ない、補正し、安全を確保しているのだろうか。保線にたずさわる人達の、定められた方式に従って行なわれる献身的な努力こそが、われわれに安心して列車の旅を続けることを可能にしているといえる。

ともすれば、時速 200 km の新幹線づくりの方が高く評価されがちであるが、一つのシステムに従って続けられる保線作業は、地味であるだけに、いっそう高く評価

しなければならない。一人一人が決して独走することは許されないのである。生むことは易しいが、これを長く立派に育てて行く苦労はいっそう大変なことである。

2年ぐらい前と思うが、新宿駅構内でタンク車が衝突して炎上し、大変な事故になったことがある。これは、渋谷駅の事故と本質的な違いがある。その原因は、ATSが作動して、そのままにしておけば、列車は自動的に停車して事故にはならなかったのに、運転手は、わざわざATSを解除して手動に切りかえて失敗したのである。

このごろ“プロになるな”とよくいわれる。プロになると、自分の経験法則にしがみつくから、環境の変化に対して適応力がなくなってくる。ベテランという意識が勉強や努力や練習をサボらせるようになるからである。一度、プロが没落すると再びノンプロには帰れない。

いつでも、新しい近代技術に対しては謙虚でなければならぬ。それでこそ新しい進歩が生れる。新人ばかりであるよりも、プロのはきだめになることが、いっそうこわいのである。新しい技術と人間のもつ経験とかんがえが互いに融合し、協力できてこそ、事故防止完成への道が拓けることになるのであろう。

高速一号線でコンクリート床版がぬけて、その補修のために相当期間交通どめになったという事故があった。コンクリートが何かの理由で十分な強度をもっていなかったためといわれている。同じころ、ある現場でP・C桁のコンクリートを打ったところ、翌日になっても固まっていなかったので、新しく作り直したという例があった。これはコンクリートプラントの技師がたまたま休んでいたため、代ってやった人が混和剤を入れ過ぎたために起った事故とわかった。このくらい、大きく間違えば、多

少の損害はあっても他におよぼす影響は小さくてすむ。しかし、でき上がってから壊れたのでは危険千万であり、人的な被害はなくても、交通障害という非常に大きい公害を起すことになる。コンクリートは28日たってみなければ強度が十分であるかどうかわからない。悪いとわかっても、どうにもならない場合もずいぶん多い。

構造物の安全を確保し、安心して利用できるようにするには、何か科学的な方法で、ミキサから出る時点で品質の確認ができるようにするか、製造工場が十分信用できる品物以外はつくらないという実績と信用をもつことが必要であろう。品質管理の程度が、これを判断する基本になる。

安全な構造物は綿密な検討のもとにつくられた作業管理のもとでのみ可能といえるだろう。土木工事は、それは道路でも、鉄道でも、ダムでもすべてが十分に安心できる安全性をもたなければならないが、これには、従事する方法の一人一人の安全への認識と、さらに考へうる最高の科学性を取り入れることが必要である。安全なものを、安全な方法で、しかもできるだけ合理的な費用でつくることを要求される土木技術こそ、最も高度な科学的基盤の上に立って研究され、実行されて行かねばならないのではないだろうか。

参考文献

- 1) 踏切道の事故発生率算定方式の研究報告書、昭和33年3月、日本鉄道技術協会
- 2) 青山博次郎：統計による災害分析、鉄道土木、7-6
- 3) 丸安・清水・嶋田：都市における自然災害、土木学会論文集、第159号、昭和43年11月
- 4) 力武常次：地震予知論、自然 39-5

土木学会新潟震災調査委員会編

昭和39年 新潟地震震害調査報告



第1編 総論 第2編 地震 第3編 土質・地質
地盤変動 第4編 道路 第5編 鉄道 第6編
河川 第7編 道路橋 第8編 鉄道橋 第9編
港湾・漁港・空港 第10編 電力施設 第11編 衛生
施設 第12編 農林土木 第13編 建築 第14編
通信施設 第15編 工場災害

B5判・904ページ 上製箱入

頒価 10000円 会員特価 9000円
送料 200円

お申込みは土木学会または書店へ……書店経由の場合は会員であっても会員特価の取扱いはありません。