

生活の変遷の中における“安全性”へのアプローチの変化

田 中 茂*

1. はじめに

土木学会誌編集委員会は今回“安全性と土木技術”という問題を提示せられて、いろいろな面からこの問題を深くえぐることを試みられた。筆者に標記のような題目を与えられ、これについて書くようにとのことであったが、問題が問題だけに大変むづかしいことであり、筆者には荷が勝ちすぎているのであるが、あえて菲方をも省りみず筆をとった次第である。土木技術は、土木事業とともに発展してきたものであることはいままでもないが、その土木事業はいつごろ起ったものであろうか。歴史をひもといてみても、人類が世界の各地で古代国家を建設した頃にすでに始まっている。歴史が古代から中世をへて近代へと移るにつれて、人類の生活も変遷の一途をたどり、土木技術もまた社会の進歩発展とともに進んできたのである。土木工事に伴う“危険性”は古代より絶えず存在して今日に至っている。“危険性”と“安全性”とは常に表裏一体をなしているものである。“安全性”は常にいかなる場合においても大切であり、しかもこれが確保せられなければならないことは、いうまでもない。しかし、実際においては、工事中においても工事完成後においても事故が必ずといってよいほど起ってきているのである。土木技術の進歩発展と生活の変遷との二つの組合せの結果が必ずしも「危険性」の減少や解消につながらないのである。すなわち、土木技術が進歩発展をとげればその結果として当然のことながら“安全性”は増加するが、一方、生活様式の変遷が前者と調和しないときには必ずしもそれが増す一方とはいえないのである。このような問題を掘り下げて論じたいと思う。

2. 歴史的にみた生活の変遷と土木技術の安全性

古代史にあらわれている土木事業の代表的なものは黄河の治水事業、ピラミッドの建設事業、中国、エジプト、インド、メソポタミアなどの大河に近い平野のかがい事業、古代ギリシャおよびローマの道路、闘技場、神殿、水道、野外大劇場の建設事業であり、さらには中

国における万里の長城の建設と大運河の開削であろう。中世におけるものは、中米においてはマヤ文明に象徴せられる神殿やピラミッドの建設があり、南米ではインカ帝国が栄えた時代の大石塊を使用した土留工事、神殿、宮殿の建設工事、運河工事などをあげることができる。またこのほか、ヨーロッパでは、橋梁、街路、水道、公道、港湾、排水工などの建設が行なわれているほか、運河、運河の閘門、アーチ橋、王城などの建設が各地で行なわれた。また、中世のヨーロッパでは軍事土木工学が新しく浮かび上がり、土木技術者がこの方面にも重用せられたのである。中世の中国においては道路網の建設が盛んに行なわれ、また運河の開削の大土木事業も行なわれた。中世の末期には都市生活が成長してルネッサンスが起った。これは、人間精神の全般的革新を示す一大運動であった。この氣運に乗じて多くの天才が現われ、多くの芸術作品を生むと同時に、建築、軍事土木、水工土木などの面においてもすぐれた仕事がなされた。このルネッサンス時代にヨーロッパで火薬の発明があり、これとカノン砲の出現とにより築城技術や土木技術に一大変革をもたらしたのである。近世の初頭に入って産業革命が起り、各種の機械が発明せられ、各種の工業がおこった。特に蒸気機関の発明により、機関車および船舶は蒸気の力を利用することになり、鉄道および築港技術の進歩をも促進させた。このようにして土木工学から機械工学が分化して生れた。さらにまた、建築学と土木工学とが分れ、これから新しい工学時代が生れた。土木工学の分野においても、従来の経験第一主義から学理を尊ぶ方向へと移った。

ここで土木技術の変遷を古代から現代までわたって振り返ってみることも大切であろう。古代エジプトでは、ピラミッドや神殿を建設する仕事の長は宮庭の最高官の一人の地位を与えられていた。ただし、この時代は大多数の人民が動員され、いわゆる人海戦術で工事を行なったものであって、技術をみがき向上させるといふ方向に対する努力はあまりなされなかった。ギリシャの時代では、土木技術に対する科学性というものが尊重せられるようになり、この時代の技術が、のちのローマ時代に対しても強い影響を残したのである。ローマ人達は、道路建設、石材を使用してつくったアーチ橋の建設を行

* 正会員 工博 神戸大学教授、工学部長

ない、さらにローマ人達は道路や水道を西はスペインから東は小アジアまで、南は北アフリカから北はイギリスまでの広大な地域に建設したのである。この時代の土木事業の眞の促進者および計画者はその時代の高級官吏であり、その事業の細部の計画や施工は専門技術家と役人が担当した。中世の時代は暗黒時代ともいわれ、土木工学の進歩発展はほとんどみられなかった。その後 17 世紀に至って、フランスで工兵団 (corps of engineers) が土木技術者の集団的なものとして活躍した。18 世紀になると、イギリスでは蒸気を動力として新しい材料の鉄を使用する技術が急におこり、技術者は技術の発展に努めた。19 世紀になると土木技術の面ではアメリカ合衆国が国力を充実させ世界の最先端を進むようになった。鋼材、セメントなどの新材料を使用し、巨大な機械力を縦横に駆使し、さらに新工法を開発して、土木技術者は巨大な土木事業と取り組んでいた。アメリカ合衆国においては 19 世紀の間は鉄道建設に多くの土木技術者が従事し、その後期になると都市に関係のある土木事業が盛んとなった。

河川改修と港湾の修築工事は、アメリカ合衆国では工兵団の平時の重要な仕事であった。20 世紀に入ると、アメリカ合衆国開拓局 (Bureau of Reclamation) が巨大なダムを築造を伴う利水治水事業にのり出し、またパナマ運河の建設事業や主要な自動車道路網の建設が行なわれた。

3. 土木技術の安全性の考察

土木技術の安全性と一口にいても、その内容は多くの問題を包含している。安全性は土木工事中の安全に関するものと工事完成後のものとに分けて考える必要がある。さらにまた、安全性の対象としては工事に従事している労務者に関するものと、一般住民に関するものとがある。土木技術の安全性というとその多くは土木構造物とそれを構成している材料の安全率および施工機械と仮設備のそれなどが思い浮ぶと同時に、これらの安全率と耐久性とも深い関係がある。このほかに考えられることは、天然地盤の一部に人工を加えて土木工事を施工することによりその地盤の安全性が損なわれることと、天然地盤が安定を失うことにより、その影響で土木施設が安全性を失うという問題である。安全率の問題は、上述の構造物および材料に関するもののほか地盤の運動に関するものもある。安全率をどのくらいの大きさにとるべきかは、構造物および材料によって異なるが、その計算を行なったときに用いた数字の信頼性により支配せられる。耐久性については、その構造物によって決められている耐用年限と関係がある。従って、その土木構造物が

築造されてからの経過年数により安全性の程度が低くなるのである。このほかに構造物の安全性に関しては、維持管理が大切であることを忘れてはならない。土木構造物といえば、道路、橋梁、鉄道、水路、護岸、水制、貯水ダム、砂防ダム、防波堤、岸壁、擁壁、空港、取水用ダム、堤防、埋立地、沈砂池、地下鉄、水力発電所、火力発電所、原子力発電所、宅地、貯水池、溜池、上水道、下水道、トンネル、地下街、暗きょ排水工などがあり、これらの構築材料に、石材、木材、鉄材、鋼材、コンクリート、鉄筋コンクリート、軽金属、陶管、レンガ、高分子材料、タール、栗石、砂利、碎石、砂、そだなどがある。このような構造物ならびに構築材料は、生活様式の変遷に応じて変ることはいうまでもない。古代においては、橋梁材料は土、木材、石材、土砂、レンガなどが主であった。またこの時代の土木構造物は帝王の墓、かんがい水路、道路、神殿、宮殿、野外大劇場、闘技場、運河、河川堤防、流路などであった。このような時代においては、労務者は数多くしかも長年月にわたって動員せられ、文字どおり人海戦術で作業を行なった。土木機械というものがほとんどなかったことはいうまでもない。従って、土木技術は幼稚であり、工事中における労務者、当該構造物および付近の住居、住人、および耕地、都市などの安全性は必ずしも今日の状態と比較して非常に劣っていたとはいえない。たとえば、石を切り出して積み上げる技術はむしろ今日よりも入念かつ慎重に行なわれていた感さえ受けるのである。ただ、労務者の労働条件や安全性への配慮という点においては、今日とくらべて悪かったことは考えられる。なぜなら、基本的人権の尊重や良労働条件の確保という意味では、今日は昔と比較してかなり良好な状態にあるからである。地震、豪雨、洪水、噴火などの異常事態に際して上記のような土木構造物の安全性が損なわれていることはあったものと思われる。しかし、異常事態が生じにくい場所と、これが比較的生じ易い場所とがあり、前者ではその構造物の強度は *overstrong* で、その破壊に対するその強度の安全率は非常に大きいものであり、後者ではその構造物によっては、その前述のような安全率は 1.0 以下になることもしばしばあったものと考えられる。しかし、後者のような場合にはその構造物は当然のことながら崩壊または倒壊したのである。しかし、帝王などの古代の権力者が多くの人力と財力と年月を費やしてつくったものは十二分の安全性を有していたことは間違いない。その理由は、今日でいう経済効果を考えて構造物を設計するというようなことをする必要がなかったからである。運河工事や治水工事などは、しかしながら土で河川堤防などを築造する場合はその堤防の安全性は必ずしも大きくはなかった。洪水が出現したときにはしばしば破堤して、

はらんが生じた。古代中国には「黄河を治めるものは国を治める」という諺があるが、これはこの辺の事情を有力に物語っている。この理由は、土と水というものが非常に扱いにくいものであり、特に降雨と河川の尖頭流量との関係の究明はむづかしく、しかも土で構築せられている河川堤防の水流に対する強度の評価は非常にむづかしいからである。土は古代から今日に至るまで、さらに将来においても、土木工事の対象となる材料である。しかし、その性質は土の種類により千差万別であり、特に水に対する土の反応はむづかしいものである。土を対象とした地盤の切盛りは、ときとしては地盤の大きな不安定をひき起し、その地盤の安定性は低くなることもある。このように地盤は場所によっては非常に安定性に欠けるものがあろう。

4. 産業革命以来現代にいたる間の生活の変遷中における土木技術の安全性

18世紀になってイギリスにおいて産業革命が起ったが、これは発明家の努力が実を結んだものであった。これにより全産業界は変革せられ、ひいては人類の社会生活の全般にわたって画期的な変化をひき起した。蒸気機関の発明はこれを動力とする各種の機械の発明を促した。機械が盛んに工場に採用されると、機械の原料を精錬する鉄工業、機械を生産する機械工業、鉄の溶解および蒸気機関の燃料として用いる石炭を採掘する炭坑業も重要な産業部門となったのである。このような石炭産業部門においても、しばしば改良発明が行なわれて良質で廉価な機械が多量に生産せられ、大工業と大都市の発達を促進したのである。機械による大規模な産業が発達すると、多量の原料・製品、鉄鉱石、石炭などを輸送するために、18世紀後半にイギリスでは多くの運河が建設されたが、交通・運輸の領域にも革新が要求せられるに至ったのである。1807年には初めて蒸気船がハドソン河を走り、蒸気機関車は1825年から実用に供せられた。このようにして、世界の交通機関はまったく面目を一新し、多量の製品が発達した交通機関で運ばれて世界の各地にさばかれた。このような状況から、当然のことであるが、運河工事や河川の運河化工事が各地で行なわれた。このような工事の技術もこのときに非常に進歩をとげた。これらの技術のなかには、土砂の掘削、土留、護岸、地盤の安定などの難問題および流水の土砂流送問題があり、さらに、開扉やドックの建設などの必要が当然のことながら生じた。このような構造物にはいうまでもないが、開扉や給排水装置、ポンプ、バルブなどが付属装置として具備せられる必要がある。このような技術における安全性は、土木機械などがあまり発達していな

った当時であったから、岸の崩壊や門扉の破壊などの事故が生じ易かったであろう。波止場や物揚場などの修築工事も行なう必要があり、このような技術も発達したが、海に面した港湾の修築工事は風浪などのきびしい条件のもとにおかれているため、工事中および工事完成後の構造物の安全性は高いものとはいえず、暴風雨の襲来する地方においては、しばしばその安全性が損なわれる。

鉄道は土木技術としての重要な位置を占めるようになったことはいうまでもない。鉄道建設にはいろいろな技術上の困難さに出合うのであって、トンネル掘削、橋梁建設、築堤と切取り工事、などを伴うから、土木技術の総力をあげて立ち向う必要があった。このような技術における安全性は、このような技術の初期には工事中において破られることがしばしば起った。また列車運転開始後においても列車事故は絶えず、この技術の安全性は決して高いものではなかった。しかし、この種の事故は、直接に人命に関するものであるから、安全第一主義をとって列車の運行を行なったので、上記のような事故のないように、絶えず研究が進められた。トンネル技術も最初のうちは幼稚であって、湧水の多い場所や軟弱層に出合うと掘り進むことは不可能であった。トンネル掘削中における安全性については非常に低く、作業員の環境、崩壊による生理めなどの危険性が非常に高かったものである。橋梁技術も、重い列車荷重に十分耐えられる構造のものでなければならぬから、必然的に進歩発達をとげた。河川の流れの中に立つ橋脚の安全性もまた非常に大事なものであり、その周囲の川床の洗掘問題や橋脚それ自身の構造上の問題と、これらの諸問題をひっくるめた安全性が直接に人命の安全につながっているだけに細心の注意が払われた。しかし、ときとしては橋梁の破壊という大きな犠牲を生じたこともあった。

各種の工学や工業は、土木工学から分化したものであるが、これらの間には密接不可分の関係がある。土木技術は総合技術であって、いろいろの関連した技術が発達しないとこの技術の発展はなく、しかもその安全性も向上しないのである。しかし、各種の関連総合技術の進歩発展に伴って土木技術の安全性が高まると簡単に断定を下し得ない面もある。それに、次のような諸点に注目すれば容易に理解しうる。第一点は工事費とのかねあいである。

十分な安全性の確保を第一と心得て惜しみなく工事費を投入した場合は、安全性の高い土木工事が行なわれうる。しかしながら、工事費が低くおさえられている場合においては、その工事の安全性を低くせざるを得ない場合もある。第二点は土木工事といっても、その技術の粋を結集したものを必要とするものと、必ずしも高度の技術を必要としないものとある。

前者の場合は慎重入念な設計と施工が行なわれるから、必然的に高い安全率を有する構造物が建設せられることが多い。他方、後者の場合においては、慎重さと入念さを欠いた工事が行なわれることがしばしばあり、このようにしてつくられた構造物の安全性は低いのである。しかし、後者の場合でも、良心的な仕事を行なう場合には高い安全性をもつ工事が可能なのである。

大都市が発達してくるにより、各種の問題が発生したが、土木技術という点からみると、上水道、下水道、街路、公園、都市計画、都市交通などの都市土木に関する諸技術が当然発達したのである。特に上下水道は流行病や伝染病の発生や、まんえんを防止し、衛生的な都市生活を市民に可能ならしめるためには、この方面の技術が発達したのは当然のことといわざるを得ない。この方面の技術は土木のほか化学、生物学、生物化学などの分野の進歩に負うところも多分にあることはいうまでもない。浄水技術は特に平素の維持管理が大切になることは当然のことである。送水、配水の技術についても、これらの送配水系統に事故があるときには市民への水の供給が絶たれることになるし、下水や雨水などが停滞を来すことになる。このような意味では、上下水道技術というものは高い安全性を要求せられることは当然のことである。特に上水道の技術が下水道のそれに比してききに発達をどげたのであるが、この理由は日常生活にはまず安心して使用しうる清浄なしかも豊富な水の確保が第一要件とせられ、汚水処理の技術に生物化学的な分野を多く包含して環境条件に支配されることが多く、難問を多くかかえていることにある。しかし「必要は発明や発展の母」というたえの通り、都市によっては、疫病の発生と流行あるいは豪雨のはんらんが下水道の普及を促すと同時に、この技術の進歩を促進した所があったことはいうまでもない。

20世紀に入ると、鉄道・軌道の全盛時代に入ると同時に、船舶の大型化時代にも入った。第一次世界大戦から第二次世界大戦にかけては世界列強は海軍力の充実に力を入れ、これが造船技術や造機技術に大きな進歩をもたらしたことはいうまでもない。従って、造船所のドックや岸壁、防波堤、泊地、物資集積場、港湾設備などの港湾技術の著しい発達をひき起したのである。海底のしゅんせつや埋立ての技術も発達した。しかし、第二次世界大戦終結までは港の工事の進歩速度は、かなりゆっくりしたものであり、天候や気象条件により大きく支配されていた。港湾工事の安全性は海底の土や埋立地の土の特性いかんによっては滑り出しを生じたり、暴風時の波浪の襲来によって防波堤を構成しているブロックやケーソンの倒壊などの災害によって失なわれてきた。自動車の発達とそれに伴う自動車道路建設技術の進歩も特記すべ

きことである。高速自動車道路や山岳道路の建設が世界の各地で盛んに行なわれてきた。鉄道も自動車と道路の発達に押されて、また航空機の発達にも影響せられて斜陽化したとはいうものの、日本の新幹線のように超高速でしかも完全快適な運転を旨とした新しい鉄道で勝負をしようとする傾向があらわれ始めている。新幹線の列車の運転は安全第一をむねとしていて、安全に対するあらゆる装置が施されている。しかし、従来の鉄道では今日でも豪雨時や地震時の不通や「競合脱線」などが生じていることは安全性の点からは、まだいっそうの研究と改良への努力の必要性を感じさせる。いまや陸上の交通運輸機関はいままでもなく、航空機、フェリーボートなどもそれらの運行は非常につまった間断のないものとなってきたのである。このようなことでは、いったん事故が起ると、その災害は甚大なものとなる危険性をはらんでいる。このような見地から眺めると、技術の進歩と生活の変遷、特に人口の大都市集中に伴う生活の変遷とは安全性を高める動きとこれを低下させる動きとして相互に相反する方向に作用しているのではと見解も可能となるのである。航空機は第二次大戦以前のプロペラ機時代からジェット機時代へと移り、大型化とともに音速に近い巡航速度から超音速のそれに移ろうとしている。このようなはげしい空の交通・輸送の様相の変化に対応するためには滑走路の整備、充実、航空機の整備施設、空港諸施設、特に安全施設の整備と充実が必要であることはいうまでもない。空港周辺の騒音をはじめ公害の問題も土地の狭いわが国では大きい社会問題となってきている。滑走路の舗装や高速自動車道路のそれらは、豪雨時、降雪時には航空機の発着や自動車の走向を、困難もしくは不可能にする。航空機の事故は離着陸のときに起りやすいが、空港の建設技術にはかなりの安全性を考慮せられていても航空機そのものと操縦士の技倆にも安全性に関する大きな要素を含んでいる。このことは列車、自動車にも言及しうるのである。

5. わが国における最近の生活の変遷と 水災から眺めた土木技術の安全性

わが国も明治維新以降、急速に欧米の先進国の工業技術を取り入れ、約100年の間に完全にこれを消化し、さらに独自の立場から新しい技術の開発にも乗り出し、その発展ぶりには目を見はらせるものがあるといわれている。土木技術の面においても一般的にはたしかにこのような傾向はあてはまるのである。しかしながら、特に筆者の専門とする水質の面から主としてわが国の土木技術を眺めてみると、必ずしも上述のようにはいえない面もあるように思う。わが国ではほとんど毎年のように各地

に豪雨が降り、そのために山腹斜面の崩壊、がけ崩れ、擁壁の倒壊、土石流の襲来、河川のはんらんなどが発生して、多くの死傷者を生じたり、家屋、道路、鉄道、水路、農地、林地、都市などの破壊、損壊、浸水などが多数にのぼり、それらの被害額は年を追って増加している。わが国の諸地域の降水量は温帯地方に位置する外国の諸都市のそれに比して格段に大きく、熱帯または亜熱帯に位置する所なみとなっている。わが国の各地では、台風性や梅雨前線性豪雨や裏日本に豪雪が襲来するときには一降水で 200 mm を越えることは珍しくなく、ときにはさらに大きく 300~600 mm、場所によっては 1000 mm を越えることがある。このような水文条件は欧米諸国には見られない特色である。次に、わが国の山腹斜面やがけの条件について一言すれば、これもまた外国とは異った特色を有しているものといえよう。すなわち、わが国はその国土の 8 割が山地よりなり、しかも、その山地を構成している地質が単純な単一地層からなっていることはほとんどなく、表層、基岩、累層などの各層はその性質は異り、特に透水性を異にしている地層が傾斜していることが多い。特に、表層の浸透能がその下の地層のそれに比較して大きい場合が多く、逆に表層の浸透能よりも基岩のそれの方が大きい場合は豪雨時でも表層崩壊は生じにくい、基岩のわれ目が斜面の途中で目詰りを生じていたり、難透水層があると、基岩崩壊が生じ易い。このようにわが国特有の水文条件と斜面条件とが組み合わされているから、非常に斜面崩壊が生じ易いことは容易に考えられる。特に、表層崩壊の生じやすいのは、表層の厚さがあまり大きくなく、しかも斜面の表面の等高線が凸状でない斜面で、豪雨の継続時間が十分長く、基岩の上に雨水が貯留されやすい条件が満足されやすく、表層崩壊が生じ易い。このような条件は外国の温帯地方の斜面には、なかなかたやすくは成立しにくいのである。従って、わが国の山腹斜面の表層崩壊は豪雨時には生じ易いのである。天然斜面でさえ、このように崩壊を生じ易いのであるから、斜面に切り取りなどを行なって急角度の斜面をつくると、非常に表層崩壊が生じ易くなると同時に、場合によっては基岩崩壊が生じ易い。このような山腹崩壊が溪流をはさんでいる山腹斜面の各所で発生すると、溪流の土砂流失が大きくなるし、特に崩壊土砂が天然ダムを数多く形成し、これらが将棋倒しに崩壊するときには土石流の形で溪流沿いに下流へ動く。このように流れは急勾配の溪床を有する河川上流部から中流部、さらに扇状地をへて平野部に出るが、この付近でしばしばはんらんを起し易いし、平野部に土砂の沈殿および堆積を生じ易い。斜面崩壊に起因する山岳道路や山腹道路の閉そくや通行中の自動車や人間をはねとばす結果となる。また、山腹斜面の裾に家屋などがあるとそれ

を崩壊し、その結果、人命の損耗や負傷などをひき起している。このような傾向は、宅地や人家が山すそや山の中腹までも侵入してきている今日においては、平地部のみ家屋が建っていた昔に比較して、むしろ災害が多くしかもそれによってこうむる損失額も大きい。

また、土留擁壁について一言する。わが国のお城の石垣などのように長年月にわたって安定を保っているものがあるのに対し、近年になってつくられた擁壁がしばしば豪雨時に倒壊を起している。このようなことは、どのようなところに原因があるかについて述べる。明治以来、擁壁の設計法が欧米からわが国へ伝わってきて、これを一応そのまま受け入れていることと、わが国古来の空石積工法を十分検討せずに小さい石を使って練石積としたことにも誤りがあると考えられる。擁壁の倒壊の根本原因は、その背後の裏込土が豪雨の浸透によりしまって沈下を生ずることに起因する大きな背後からの土圧を受けること、その浸透水の排水が不良であって、背後から大きな水圧を受けること、基礎地盤の支持力が小さくなることなどである。このようなことは、欧米のように雨が少なく、一降雨の総降雨量が 100 mm を越えることはほとんどないような国では雨水の浸透に起因する裏込土の沈下による大きな土圧を受けないのである。従って、わが国独特の条件を十分考慮に入れた擁壁技術や築堤技術が必要なのである。安全性の問題も築堤や擁壁などは設計もさることながら、施工がきわめて大切であるから、同一設計でも施工によって大きく異なる。また、築造して間もない時期と、かなりの大雨を何回も受けたあとの時期とでは、やはり安全性は大きく異なり、前者の時期には安全性は非常に小さい場合がある。

近年、わが国においては、大都市近郊における人口集中により大規模な宅地造成が盛んに行なわれているし、臨海地帯や湖岸地域にも埋立事業が盛んに行なわれ、その規模もまた大きい。国土狭い島国で、そのほとんどが山地からなっている関係で、このように山地へ侵入すると同時に、河川、湖沼、海へと進んでそこに土地造りをするのは好むと好まざるとにかかわらず、わが国の宿命かもしれない。しかし、そこには常に過酷な気象条件に見舞われることを十分計算に入れて対処し、安全性に対する配慮を技術に取り入れておく必要がある。しかし、ここで問題となるのはどれぐらいの降雨強度の雨を対象降雨として、河川や排水溝の断面を決めるかということであり、どれぐらいの異常高潮位および波高を設計波高とすべきであるかということが、安全性と関係がある。下水きよの断面を決めるのに対象とする降雨強度として 10 年に 1 回程度の生起確率のものを採用していることが多く、河川の断面を決めるときには、経済効果を十分考慮して、50 年に 1 回、100 年に 1 回の生起確

率のものという具合に、適当な生起確率の降雨強度を採用している。ただし、これらの場合において、それらの断面を決める地点の流域の流達時間をすなわち継続時間とする降雨強度を対象としていることはいうまでもない。宅地造成区域内の排水きょの断面を決める場合に、それが傾斜地にある場合には、いったん溢水するとそれによって引き起される災害が大きいことを考慮すると、20年に1回、30年に1回程度の生起確率の降雨速度の雨を対象にする方がよいように筆者は考える。このように宅地が造成されたあとの問題はさることながら、造成中の宅地の安全性は特に低下することがあるから、安全対策をよく樹立しておく必要がある。

埋立地などについても、わが国の場合には水深10～15mもの深いところを埋立てることが行なわれ、外国の場合の多くにみられるように3～4mの水深止まりの埋立てとは大分波浪に対する安全性も低くなることと

なる。このようなことを十分考え、さらに台風襲来の道筋に位置しているわが国の臨海地帯の深い水深のところまでの埋立技術は特にむづかしいが、安全性を十分考えておく必要もある。

6. む す び

以上、思いつくままに断片的に述べてきたが、はたして筆者に与えられた題目にかなった内容のものが書けたか否かはすこぶるあやしいと思われる。しかし、“安全性と土木技術”という問題に対して、ある程度問題点をあげたつもりである。今後ますますこの題目の問題は重要性を加えてくるが、可能な限り高い安全性を土木技術にもたせるよう、研究者はもとより設計者、施工者および監督者の努力をお願いするものである。

土木計画とOR

石原藤次郎 校閲 吉川和広 著 B5・¥3,000

土木計画はどのように進めればよいか？ その手法に科学的基礎を与えて体系化したもので、計画手法としてORを導入し、その有用性を实际的に解説しています。モデル化に役立つ具体例を豊富に紹介し、裏づけのある基礎理論を詳説。理論と実際の両面を説いて巾広い読者に応える内容です。

●**主要内容** 序論 / 土木計画の要素と構成 / 土木計画の作成 / 土木計画のプロセス / 方法選択のためのシステム / 土木計画のための統計調査 / 土木計画のための統計的予測と決定の方法 / 土木計画のためのオペレーションズリサーチ / 土木計画のための経済効果測定法 / 土木計画の事例研究

〈近刊〉

新版

テルツァギ
ベック

土質力学

基礎編

星埜・加藤・三木・榎並訳 A5・¥1,200

〈好評重版〉

改訂三版

農業土木ハンドブック

農業土木学会編 A5・¥5,500

土木設計便覧

編集委員会編 A5・¥3,000

 **丸善**

東京・日本橋
振替東京5番