

## 特別講演 I

# 土木技術者が目指すべきもの—持続的文明の建設—

Aims of the civil engineers for tomorrow —Making sustainable civilization —

鹿児島大学工学部 教授 吉原 進

### 文明の起りと文明建設の原動力

かつて原始の時代、水辺の穴蔵に住まい冬の寒さ、夏の暑さや諸害虫に耐えかねる民を見て、聖人が「土を築き、木を構え」て建家を造って風雨・寒暑などを避けて平穏な生活がおくれるようにした(生存基盤の整備)。加えて舟や牛馬車をつくって交易に便ならしめて、活動の安全や利便を改善した(地理的障壁の克服)。このように民の困難は直ちに便利に改良し、民の危険は直ちに万全に備える。中国の古典は聖人の心得をこのように記す。国が違ってても事情は似たものであろう。ここに土木の原点の一つがある。かくのごとくその地の自然に立ち向かい人為を加えてより良い方向につくり変えたからこそ、民は生存しえた。

日本の古典には、疲弊した民の暮らしを立て直すために、三カ年にわたる大型減税と治水・開墾・用水路・橋梁・道路など各種公共事業の実施によって景気の回復をはかり、民の暮らしを富ませようとし、その成果を高台から望み、あたかも「竈の煙り」を繁栄のシンボルとみなしたことが記されている。ここに、社会に働きかけて、民の暮らしを豊かにする土木のもう一つの役割がある。

中国と日本の古典から文明の起源を示す例を挙げた。民の命を守り、暮らしをよくする文明建設の原動力は土木の力に負っている。このように土木は自然の中で人間の生存と活動が安全、便利に、暮らしが豊かになるように、自然や社会に働きかけ時宜に適う国土運用と国家経営を担って今日まできた。

これらの例から、土木の力によって文明が進歩すること、そして文明が進歩するほど、生存や活動の場の安全や利便が改善され、暮らしが豊かになるものと理解できる。

### 文明の限界

ところが寺田寅彦は「文明が進めば進むほど天然の暴威による災害がその激烈の度を増す」と、まるで文明の進歩に応じて危険の度合いが増えると、昭和の初期にすでに、文明の高度化や持続性に対する懐疑的な見解を述べていた。

理由の一つは、「文明が進むに従って人間は次第に自然を征服しようとする野心を生じた。そうして、重力に逆らい、風圧水力に抗するようないろいろの造営物を作った。災害の運動エネルギーとなるべき位置エネルギーを蓄積させ、いやが上にも災害を大きくするように努力しているものはたれあろう文明人そのものなのである。」。二点目は、「社会の有機的結合が進化し、その内部機構の分化が著しく進展して」、「一小部分の損害が全系統に致命傷となりうる」からとのこと。はたして文明建設を使命とする土木界の人間がこれを聞き流しておいていいものか。

ところが寺田の指摘から 70 年の時を経て、寺田の警告を気に留める暇もないままに走り続けて、日本社会は特に戦後、一気に超の字がつくほど高度で有機的に連携された社会を実現し、また完璧なまでの安全さを要請されて、これに応えうる状況になった。

たとえば超高層ビル、長大橋、長大トンネル、都市機能の集中、超高速移動体、超大量可搬体、大深度空間や遊休地の利活用、地下街等商業施設、高堤防、数多いガソリン供給施設、張り巡らさ

れた編み目に従って流れる電気・ガス・水道・情報。確かにこれらは、時間と空間の隔たりを短縮し、格段の便利、安全、快適、豊かさをもたらせた。まさに高度文明の成果であり、誰もがその成果を謳歌できる。がしかし、その同じ文明が、またそれぞれに間違いなく危険度を高めている側面を有することを否定できない。

安全を実現するために抵抗限界が高められ、確かに頻繁な被災は避けられるようになったが、いっこうに大規模災害は根絶されず、むしろ無惨な被災例が増える状況にある。しかも、有機的結合度を高めて利便性・高速性を達成したが、災害の規模を拡大させた。なぜこんなことになるのか。

抵抗限界を高めれば高めるほど、極限状態に至るまでの安全は高まる。しかし極限を超えればかえって危険きわまりない状況を生み出すのである。その理由は簡単である。わずかの年数分の定量観測記録しかないにもかかわらず、だから供用中に遭遇しうる極限外力を想定し得ないままに、抵抗限界を高めて、寺田の指摘した理由をつくりだしてしまったからである。

今後、寺田に指摘されるままにこれが文明の限界として、拱手傍観していてよいわけがない。彼の真意がどこにあったにしても、このような理由があるから極限時の外力が想定されない限り、文明の担い手たる土木界は宿命的にこのジレンマに陥るのである。安心・安全・快適・便利な社会や個人のための開発と防災を担う土木には、意に反して社会の脆弱化に加担してしまう虞<sup>おそれ</sup>があることをまず確認すべきである。にもかかわらず、土木界の認識としては、想定を超えた外力には抗えないのは当然であって、仮に堤防が破堤して莫大な損害を生じて、土木界にはこの被災の責からは免れうると考える。しかし外力を想定するのは土木界であるから、そこに相当な責を負うべきである。中途半端に抵抗して災害を巨大化させる責はある。どうすべきか。

## 日本国土の特殊性

どうすべきかを述べる前にまず日本国土の実情を再確認してみる。

寺田は、「日本はその地理的の位置がきわめて特殊であるために・・・、気象学的地球物理学的にもまたきわめて特殊な環境の支配を受けているために、その結果として特殊な天変地異に絶えず脅かされなければならない運命のもとに置かれていることを一日も忘れてはならないはずである。」と言ひ、そして「日本の気候には大陸的な要素と海洋的な要素が複雑に交錯しており、また時間的にも、週期的季節的循環のほかには不規則で急激活発な交代が見られる。すなわち「天気」が多様でありその変化が頻繁である。」と補足する。これに多少注釈を加えると

地理的位置の特殊：日本が、北半球の中緯度にあつて、日本海を挟んでユーラシア大陸東岸(太平洋西端)沿いに、南北に長く弧状に展開していること。

地球物理学的に特殊な環境：日本列島は4つのプレートがせめぎ合う地殻上にあつて、列島中央を走る標高の高い脊梁山脈、各地に点在する火山、複雑な地質構造と特殊な気象の作用で生み出される複雑な地形、特に結果的に多数の人間が居住するに至った三角州や湿地などの平低地。

気象学的に特殊な環境：地理的位置から派生する梅雨現象、夏季の台風、冬季低気圧など周期的季節的に循環する「天気」を生み出す環境。日本の特殊な地質、地形の関係から「時空的变化が不規則で急激活発な」集中豪雨やこれによる洪水、土砂崩れ(土石流)を起こしやすい環境。

その結果として特殊な天変地異：地震、津波、火山噴火(降灰)、台風(豪雨、強風、高潮、高波、塩害)、集中豪雨(洪水、土石流、斜面崩壊)、豪雪(雪崩、交通途絶、雪解け洪水)、フェーン現象(大火：過密な日本家屋の密集という社会的理由も重なる)など。その他地球規模の気象異変を要因とする日照不足(冷夏)、日照過多(旱害)、暖冬なども含めていたと思われる。

日本の気象の特殊なことは、今日もなお日本各地で気象要素の記録更新が頻発していることから理解できる。これは何を意味するか。近代観測を初めて 100 年程度の記録からは、日本列島で起こる気象変化の全てを理解し得ないことを意味する。すなわち正確な観測に基づく定量観測記録であっても、その結果から得られる気象予測の精度は高くない。異常現象や大災害後に分析して自然を理解したかのように振る舞うことや、今後 100 年間に発生する極限状態を確実に予測できると考えることは慎むべきである。

そもそも、理想化し単純化して得た合理的法則は過去から今日までを眼中に入れたにすぎず、予言や占いにでも頼らなければ、多様な倫理や感情が渦巻く社会や複雑な論理で動く自然の数十年前を見通す力を持たない。ここに学術的土木の限界がある。しかしこれは文明の限界ではない。

このような日本について、寺田は「日本人の精神生活の諸現象の中で、何よりも明瞭に、日本の自然、日本人の自然観、あるいは日本の自然と人とを引きくるめた一つの全機能的な有機体の諸現象を要約し、またそれを支配する諸方則を記録したと見られるものは日本の文学や諸芸術であろう。」と述べて、日本国土の理解に役立つ資料が定量観測記録の他にもあることを示唆する。

事実、日本書紀や古事記、万葉集などには、日本における自然やこれがもたらす特異な現象、それに対する人間の反応などが、記述の精粗は区々であるが記載されている。これらを記述観察記録と呼べば、定量観測記録よりはるかに長い年月にわたって日本国土で展開した諸現象の概略に迫ることができる。日本国土は近代以降相当な人為が加えられたとはいえ、その根本は変わっていないから、記述観察記録は定量観測記録の足らざるを補うに大切な資料になると見るべきである。

その上、古人は、「激甚災害は人の生涯(人生 50 年)を越えて、必ず繰り返す」ことを知っていた。だから国土の癖を見抜くために自然変化に敏感になり、それに備え、また幸にして災害を体験しなかったが故に不幸にして備え方を知らない世代のために書き残すと宣言して災害に対するあらゆる備え方を記録しているのである。後世代の我々はその意志を尊重し、次の世代に引き渡す義務があるはずである。これができてこそ持続的文明を語る資格を得たといえよう。

### 本当の安全のための文明建設

寺田に特殊な環境にあるといわせる日本国土で持続的文明を建設するにはいかなる方策があるか。災害論を多数書いた寺田も具体的な提案はしていない。本当の安全を提案し実現するのは土木技術者の役割であり、他にはいないとわれわれに任せたのかもしれない。

逆説的に聞こえるがあえていえば、早期避難、早期降参あるいは軽微損傷を容認することを前提として抵抗限界を小さくすることである。極限状態がわからない中でとりうる次善の策である。これによって被災する回数は増えるが、被害の発生を的確にコントロールできて、総合的被害は小さくできる。また損害の補修は容易になる。持続的文明を実現する一つの基本的方策である。財産密度の増えた、人権意識の高まった今日ではこんなことを実現できるはずがないと決め込んでいては、極まれではあっても災害のたびに何人かの犠牲者を出すことを覚悟しなければならないのである。

鹿児島市内を貫流する甲突川の護岸は現在より相当低く、しかも城下側より対岸の田園側の護岸を下げて、城下への浸水を完璧に防いでいた。その上天武天皇の詔に倣ったものか、上流域の伐採を禁じて流出を遅らせることによって洪水を制御しようともしていた。しかもその上、しばしば洪水に見舞われるであろう右岸田園側の家屋の水屋に避難用の舟を常備しておいたし、門割という農産物の被災による損害の公平な分担制度まで整え、運用していたという。まさに洪水を前提にした総合的な備えである。日本各地でみられた輪中や霞堤も洪水を前提にした備えである。このような

備えは技術が進歩していなかったから、やむなくとられた方策だと考える者は不遜も甚だしく、近代文明を語る資格はない。文明を支えた土木の力をみくびってはならない。

2002年のヨーロッパ大洪水は、極めて大規模なものであった。筆者の視察した範囲で示せば、エルベ川上流域のドレスデン市やその上流のプラハ市において、橋梁路面からみて水位がそれほど高くはない段階で街を水浸しにしていた。広範囲に爪痕を残したこの洪水を受けて、報道の中にはこの大規模な洪水は地球温暖化を原因とするとの論説があった。しかしドレスデン市には100年前の同じ規模の洪水が写真に記録されていたし、500年ほど前の洪水痕跡の記録もある。これは地球温暖化のせいではなく、いわば国土の癖にすぎない。多くの日本人から自然克服型と認識され、人為的自然の満ちたヨーロッパで、しかも今日何より貴重な遺産とされる数多くの世界文化遺産が点在する文化観光都市であって、ともに多数の人口を抱える大都会である。今日の日本なら間違いなく抵抗限界をもっと高くして洪水安全度を高めるため護岸を高くしようとする。当局者に確認したものであるのではないが、今日もなお昔の日本で見られた洪水制御法によっているのである。文明のあるべき姿を見た思いを持っている。

災害抜き自然共生論や自然賛美、加害意識抜き自然保護、エゴまがいのエコが自然界に君臨すると誤解するかのような偏った自然観に立ちながらなお安全を希求する市民の声に迎合して、安全性のみを誇張するような説明で土木事業を行ったとしても、それは間違いなくいずれ被災する。そのとき市民からの土木への信頼感を失う。持続的文明どころか自らが文明建設そのものを放擲することになる。そして国家の安全が脅かされる。これは戦力でおぎなえない恐ろしい事態である。

#### ハザードマップより危険度地図

かつて何度も大津波に襲われ多数の死者を出したことのある地域でさえ、相当な地震の揺れを感じても、これが津波の危険に連想されず、自主避難する人は極めてわずかであったとの報告がある。ハザードマップなどとハイカラぶった表現では意味がわからず効き目がない。危険度地図とでも分かり易く改称すべきである。動物、時には植物でさえ身を危険から守るすべを心得ている。遺伝子に組み込まれているかのようである。危険を凌がねば生存がないのだから当然である。ところが最高等動物と自らを称してはばからない人間は、先人の教訓を伝達しうる文字を持ち、文献に残し、地名に残しているにもかかわらず、日常、異常関係なく安全策があるから危険がなくなったとでも決め込んでいるかのようである。

寺田は「それで、文明が進むほど天災による損害の程度も累進する傾向があるという事実を充分に自覚して、そして平生からそれに対する防御策を講じなければならないはずであるのに、それがいっこうにできていないのはどういうわけであるか。そのおもなる原因は、畢竟そういう天災がきわめてまれにしか起こらないで、ちょうど人間が前車の顛覆を忘れたところにそろそろ後車を引き出すようになるからであろう。」また「しかし昔の人間は過去の経験を大切に保存し蓄積してその教えにたよることがはなはだ忠実であった。」と述べている。

今日の人間は、安全を追求している内に、またそれなりの安全が確保されたことにより、危険を嗅ぎ分ける遺伝子を失ってしまったし、先人の命を掛けた教訓さえ蔑ろにするに至った。市民の「安全過敏症」に比べようとする努力は、市民に「危険不感症」を撒き散らかすだけである。既往災害からの、たとえば人肉を食べざるを得なかった状況や土の食べ方のレシピを書き残した教訓などを忘れてはならない。それが無念にも命を失った先人への供養になるばかりでなく、いずれ似た災いの犠牲になる現代人への逆吊りになる。

## 最後は意識改革しかない

抵抗限界を下げられるかどうかは、「生存基盤」改善型土木にしる、「地理障壁」克服型土木にしる「巨大完璧型(集約型)」から「弱小連携型(分散型)」への転換が実行できるかどうかにかかっている。これは市民の依存気質(責任放棄)が自立気質(責任分担)に移行することを前提にして、「人為的自然」観に立つ土木(旧欧米風キリスト教的自然観)から「自然的人為」による土木(旧和風多神教的自然観)に転換することが求められる。土木技術者は、市民意識が転換できるように様々の知見を集積し、自らも意識改革を行って、情報提供(双方向)能力と表現テクニックを身に付けること、その際物理寿命(合理性)や機能寿命(効率性)に加えて「感性寿命」にも配慮する必要がある。ハイテクだけが日本を支えるのではない。環境問題を克服するためローテクの中に潜む本質を見極めることにより、ハイテクを凌駕する成果が得られる。最後のよりどころは、市民も土木関係者もともに従来型文明から持続型文明へ転換するための意識改革にある。

## 環境憲章

たとえば、ドイツ共和国基本法から一例を示すと、第20 a 条[自然的生活基盤の保護](1994年10月改正)1)に「自然は、それ自体のためだけではなく、現在および将来の世代の自然的な生活基盤としても、国家の特別の保護のもとにおかれる。」と人為を否定しない、自然を放置しない、次世代のみならず現世代をも目的化した規定を持っている。特に私権を制約するところまで踏み込んで規定できるのは、浮ついた観念的環境論ではなく、現実を見据えかつ高揚した市民意識が背景にあるからであろう。

国家存立の基本的要件を定めたものを憲法とするなら、日本国土と日本国家に見合った環境条項を国民の共通認識として憲法に規定すべきである。さもないと自然界と人間界を取り持つ土木界から発議して、世に問うべきである。

世間では土木界は「自然破壊」を行うとか、逆に「自然保護」が必要といい、また「生態」とか「エコ」が環境問題を代表すると考えられているように見える。また「環境倫理」も「サステナビリティ」も使われ出して久しいが、現実味を伴なう具体的な循環策や持続策が提案されない。それは絶対的善がややもすれば曖昧かつ漠然としたモットーや用語にとどまり、現実的な行動に繋がりにくいのに似ている。環境問題は日ごとに深刻さを増している。早急な具体的対処法が求められる。

単純に自然といい、環境というだけでは、利用・保全・開発・保護など人為の目的と食・水・砂あるいはエネルギー・資源・景観・立地など人為の対象が乖離しがちで、必然的に人為が与える負荷にも無関心になる。人間の生存や活動にとって必要となる環境・自然の対象ごとに人為の程度と自然に与える負荷との関係を明確にすることが不可欠である。たとえば筆者は環境を、これに働きかける人為の対象あるいは結果として「資源」、「現象」、「生態」、「立地」、「景観」、「分解」、「風土」に区分けした。この区分けが最適というわけではないが、このような分かり易い環境要素ごとに、個別的な、連携的なあるいは総合的な現実的対応を考えるのがよい方法である。

絶対目標を明確にしておくことが重要である。人間の「生存」や「暮らし」を維持するための目標として、循環・持続・自給・クリーン・健康は最低限ははずせないと考えられる。これらは環境憲章の基本キーワードになりうるものである。

ありのままの自然理解も重要である。日本の自然は寺田の指摘のように特殊であるが、総じて言えば四季折々に美しく、豊かである。ところがその同じ美しい自然が瞬時に厳しく、惨い自然になり、人の命を奪うことになる。この現実テレビを通して見ることはできるが、体感・体験のない

厳しさは他人事にすぎない。環境教育が実感を伴うためには、生存基盤としての自然、地理的障壁としての自然など、人間に焦点を当てて理解を求めることが不可欠である。

たとえばすばらしい景観など正の成果は誰とでも共有できるが、災害や不作など負の結果は当事者問題として共有しようとする者はない。豊かな実りはこれに関わった者の間で分配をめぐる、時には紛争の種になる。しかしいわば天恵地実の獲得についてはルールを設けて管理できる。ただこれまでは先着優先あるいは強者優先が将来世代どころか現世代への配慮さえ欠く結果になった。これからは当事者、非当事者を問わず、正の成果は温存し、循環させ、持続させる必要性について、負の結果は規制・救済される強制性について共通認識がなくてはならない。また再生年数に応じて、短いものの利用促進から長いものの使用制限など適切な管理がいる。

天変地異への備えは、すでに述べたので省略する。

環境危機に対する救世主として持続的開発が成立しようと誤解されている。当初の意図は生態系の持続を維持できる開発であった。環境問題の根底には持続的生存とか持続的活動があるはずで、これらは政治政策のみによって達成されるものではなく、個人個人の意識転換と努力がなくて達成できるものではない。

資源獲得は経済活動の最初の手順であり、採取・精製から施工・加工、供用・流通、使用・廃棄それぞれの過程で、これまでは合理性という独善や効率という経済コストを唯一最大の目標としてきた。今後は全ての過程あるいは総合として環境コストを主役として取り込むべきである。この環境コストは見えざる神の手にゆだねてはならない。市場にまかせておいて持続可能な文明(環境危機への解決策)は生まれえない。市場という冷徹に利潤を追求するシステムが、応分の負担を前提とする環境となじむわけがない。アダム・スミスの時代の地球は、今日よりはるかに大きく無限とみえるものであったことを忘れてはならない。

公共福祉への適合や正当な補償という留保条項を持つとはいえ、日本国憲法は「財産権は、これを侵してはならない。」と自然財、非自然財の区別なく、あらゆる財産を篤く強く保護する。この規定が戦後復興を加速した側面を否定しないが、この規定からは、公有・私有を問わずあらゆる財産は「自分のもの」、「自分の都合で処分できるもの」との意識が先に立ち、「みんなのもの」、「将来へ繋ぐもの」との意識が生まれにくい。特に問題なのは自然財を「自分のもの」とする意識には、特定の価値の利活用へののみ目が向きやすくなり、自然の多様性に配慮できなくなることである。

大ははるか昔から引き継いできた先祖の怨念絡みの国際紛争から、小は小川に流れる水に今年の稔りかけた隣接地域間の水紛争まで、世の大小様々の利害確執の根源たる環境について、誰もが自分のこととして取り組める目標が設定できるかどうかは鍵である。ここに持続的文明建設の成否が掛かっている。平和を求める声も現実的な環境観なしでは虚しく聞こえる。

## 廃棄問題と資源問題

特に最近では、先に述べたように異常気象や頻発する災害に対して地球温暖化に原因を求めることが多い。国土や地域の癖は古来自然のメカニズムの中で発現しているにすぎないにもかかわらず異常現象に対して、全て地球温暖化に原因を求めることが、果たして正しい環境対策に向かうかについて疑念を感じている。このような傾向を生み出したのは、これまでの廃棄物・排出物の無処理放出や熱消費や資源消費の異常さによる相乗効果を懸念してのことであろうが、地球温暖化や環境ホルモンの拡散を防ぐための有効な具体的方策に着手する方が必要である。

廃棄・排出・排泄の蔓延や自然資源の枯渇、立地や景観の改変が将来世代に及ぼす危険や不便に

気付きながら、あるいは気づきもせずに埋設処分がコスト的にも環境的にも優しいのだと言う研究機関の幹部がいるとのことである。文明が自然界にない物質までつくりだし、様々のものを使いこなして便利・快適・安全を達成しても、それらの採取・合成・使用・使用後に自然の分解能力を超え、結局人体に悪影響が発現する。その可能性を承知しながら、経済コストのみで従来通りの処分法を最適と考えるようでは文明を語る資格はない。何より無責任極まる。

廃棄物がもたらす危険性、資源不足がもたらす危険性は国家存亡要因にさえなりうる。にもかかわらず、細かな分別収集に煩わしさを感じても、遮断型、管理型など決して恒久的な安全を保障し得ない今日限りの安全に依存し、また本来形を変える物質の循環を強制的に遮断してしまうことに危機感を持たない。これでは、切迫感を持って危険を排除しようとか持続性を担保しようとの風潮が生まれてこない。

この項は、持続的文明にとって核心部分であるが、これ以上は敢えて重複を避けるため既論説に譲ることにして割愛する(筆者の URL に掲載している所論を参照されたい)。

### 持続型構造物

構造物によっては高強度材を大量に必要とするものがある。しかしそのような特殊なものでも、ほとんどが一律の基準に引かれ、資源使用量や廃棄後への配慮はほとんどなかった。今後必要なことは地元材やリサイクル材など低強度材による構造工法、リサイクルすることを前提にした構造工法、特定部材の再利用を前提にした工法、供用開始後必要に迫られて行う方式ではなく予めメンテナンスのし易さを配慮した工法、壊滅をさけるために特定の局部破損を容認し簡単に修復できるような工法、構造物の長寿命化工法など、これまでほとんど顧みられなかったような工法を開発し、その安全性を検証しておくことである。

従来、洋の東西を問わず多用された拘束離散体構造には、豊富な経験に加えて建設地の特性に適應できるような驚くべき工夫により成立したものが多く、形式そのものには新規性はないが、先に述べた今後求められる持続型構造物たる基本要件をほとんど満たしている。昭和になって実用化された新材料、新工法によって瞬く間に建設されなくなった石積み・煉瓦積み拘束離散体構造を再評価することによって持続型構造物の実現可能性が担保されるし、そのバラエティーが増えるものと期待できる。まして強度の安定性に心配が付きまとうリサイクル材の利用可能性について、拘束離散体構造の類い希な耐荷性が担保してあまりあると考えられる。

### 寿命のコントロール技術

今日設計される多くの構造物は的確な機能寿命の設定や感性寿命の不明確さによって物理寿命が設定しにくいこともあって、これまでは事前に寿命を考えることはなかった。持続型構造物と言うからには寿命を的確に設定したり、延命策を講じたり寿命コントロール技術の開発が不可欠である。

#### ・構造物の長寿命化

筆者の学生時代、コンクリート構造物は永久構造物と言われていた。その後いつ頃からか半永久に変わり、最近では数十年で劣化が激しくなり、時には剥離・剥落事故を起こして世間を騒がせるようになった。環境事情が厳しくなった現在、機能寿命が尽きたとして、簡単に更新するのは避けねばならない状況もあって、物理寿命を長くする必要が起こってきた。寿命の長い材料の開発が望まれるが、これは高強度材の開発以上に難しい。

実は、ハイテクが実現できない長寿命化を達成する方法がローテクの中にある。

アーチ石橋の中には極めて寿命の長いものがある。総じて言えば、アーチ石橋の石材に働く応力は単純で小さい。実測例を示せば、極めて小さな圧縮応力しか作用せず、材料能力の 1/10 程度であった。これが材料の劣化を防いでいると推察できる。部材応力を能力ギリギリで使わずに低めに、いわば意図的に無駄な材料の使い方をしていないことと異種複合材を用いないことが長寿命化に貢献しているのである。なお拘束離散体とはいえ組み積み体であるから、個々の部材のずれや亀裂・剥離など障害と無縁ではないが、適切にメンテナンスを加えて使用し続けている例が多い。アーチ石橋という拘束離散体構造は耐荷性、耐火性、耐震性に加え、抜群の耐久性を持つことから、次代構造物の長寿命化工法として主役になりうるものである。

#### ・短寿命材(雑木竹)の継続で永久構造物

伊勢神宮は20年毎の式年遷宮により神殿の永遠性を実現している。鹿児島県串良町にある柴堰は、山の柴を毎年初春に川に立て付けて一シーズンしか使えない永久構造物として現在も運用されている。ここから得ることは、腐食や蟻食など寿命が短く強度の小さいいわゆる低品位材料の弱点を逆手にとり、意図的に更新を繰り返すことによって、長寿命、低コストの低環境負荷構造物が造れることである(機能変化にも対応し易い)。

現在日本の山林原野は間伐されないままに雑木竹に覆われている。それらの利活用を促進する必要があるが構造部材としての不適格性(強度が小さく、ばらつく。部材サイズが長短曲直さまざま。腐食しやすい。蟻害を受けるなど)のためにこれまでは見向かれなかったが、短寿命の繰り返しで、必要な期間機能させることができる。

### 総合的土木

土木学会初代会長の古市公威は「文明ノ進歩ニ伴ヒ専門分業」を「一般ノ法則」としながら、土木は他の工学とは異質であることを喝破して、すでに工学界を席卷していた「極端ナル専門分業」に異を唱え、土木は土木専門を超えて工学全般に精通し、なお「経済学」、「行政法」から「人間学」へと研究・教育を縦横八方へ発展させて常に「中心ニ土木アルコト」を説き、土木に「他ノ専門ノ者」の参画を希求した(大正4年、土木学会第1回総会会長講演)。にもかかわらず土木界は、戦後復興への性急な外的要請および内的動機が高度成長まで生み出し、技術の高度化・効率化の原動力となったことから極端な専門化、分業化を最適かつ当然ととらえ、分析・解明的な効率的学術に磨きをかけた。本来土着的な課題解決型技術であるはずの土木は、このようなスマートで画一的な学術に傾倒固執するばかりで、古市の願った総合土木に決別し、独善的土木に陥った。

これまで営々としてつくりあげてきた制度や仕組み、考え方は「大きい地球」を背景にしている。その中で構築されてきた利権絡みのしがらみ、経済理念、分業体制をそのままにした従来の枠組みでは持続的な文明建設は不可能である。特に環境問題は従来の「大きな地球」のもとで構築されてきた合理性や効率という規範では取り仕切れない課題で、一省庁、一部局あるいは一自治体では内部完結しない課題である。道路・港湾・河川・橋梁など主たるハードごとに担当や専門を分化しながら基準やマニュアル頼り技術観や利用者、排出者、廃棄処理業者、廃棄処理政策担当に区分するいわば縦型の枠組みを横断する横型の連携システムが要る。これが複合的土木の要件である。

技能伝習あるいは解析指向の力学系を主体として人文社会系を排除する教育カリキュラム。建設という括りがあることをともに気に掛けながら融合に至らない建築と土木の関係。高度、精密、合理、効率など旧来の枠組みを唯一最善とした形のままの極端なまでの専門主義やこれに付随し、加速する資格試験やこれを後押しする認定制度。スペシャリストの成果を寄せ集めても単なる集合体



にしかならない。ゼネラリストがいてはじめてスペシャリストの能力を活かすことができる。ここに思いが至るなら、これまでのやり方や考え方、仕組みや制度を柔軟に変えることが必要である。

略奪的で浪費的な、即効的で画一的な、権威的で独善的な硬直した文明は一時的に栄華を極めても、想定外の内外圧に脆く持続性がない。現に我々の猛烈な努力で一旦手にしたかに見える高度成長の成果が実は単一的で短絡的な文化住宅、文化生活あるいは文化国家など底が浅くすぐにあきのくるものであることを思い起こせば理解できる。これは文化の意義を取り違えていたこともあるが、経済コストに拘り、面倒を避けた臭いものに蓋式のその場しのぎのまがい物は持続性と対極にあることに気付かなかったからである。

### 持続的文明の建設のために

①今日のみならず将来に渡る利益と損害を、獲得・配分し、また共有・負担できる環境経済学を確立すること、その規範として経済コストの上に環境コストを位置づけ、当然の負担として市民に理解を求めること。

②利便・安全と表裏の関係にある不便・危険をも視野に入れた権利・自由とおなじ強さで義務・責任が拮抗する公共関係学を確立すること、事業者には広報にすぎない説明責任ならぬ市民の反応を吸い取ることを課した説明義務が伴うこと。

③臭くて汚くても廃棄物を嫌悪することなく、性格がよく使い易くてもバージン材を偏愛することなく、発現強度のみならず負荷当たり強度で評価し、省資源・省エネにより長寿命構造物の開発に努めること

④寺田のいう「数千年来の災禍」により獲得した「時の試練」に耐え「地の相」に適うような開発と保全に際し、古来不変の日本国土で培われてきた自然的人為型技術と西欧型の人為的自然型技術をともに尊重し、発展させうる柔軟な土木を構築することである。

大破壊には周到な備えと覚悟で守り、廃棄資源化による物質循環で資源小国の自立を支え、土壌や水質の汚染を防ぎ、地球温暖化防止に貢献できる土木なら持続的文明の建設ができる。この土木は、歴史や伝統に学び、かつそれらにこだわらない独創を加えた総合的な土木である。

これで古市や寺田がそれぞれに描いた文明を創出でき、そして彼等の描いた文明を超えた持続的文明の建設が可能となる。これこそ土木の原点を遡るまでもなく、今後も自然と社会の節点で活躍することを課された土木技術者が目指すものである。

### むすび

最後に、寺田の「私は、日本のあらゆる特異性を認識してそれを生かしつつ周囲の環境に適応させることが日本人の使命であり存在理由でありまた世界人類の健全な進歩への寄与であろうと思うものである。世界から桜の花が消えてしまえば世界はやはりそれだけさびしくなるのである。」から、彼の真意は、「散り急ぐ桜」にあるのではなく、「散って次に備える桜」にあると確信している。

なおしばしば引用した寺田寅彦の文章は「天災と国防」昭和9年および「日本人の自然観」昭和10年で、テキストは電子図書館「青空文庫」から引用した。また内容に関わる基礎データはこれまで関係誌に掲載した所論と重複するので割愛したが、筆者の URL <http://www.oce.kagoshima-u.ac.jp/users/susumu/> に掲載されている