

平成16年度 土木学会会長提言 特別委員会報告書

- 土木界における技術力の維持と向上のために -

平成17年4月

平成16年度土木学会会長提言特別委員会
土木界における技術力の維持と向上に関する特別委員会

はじめに

技術立国日本の土台である技術力に対する懸念は、土木のみならずあらゆる工学分野に存在する。我慢して基礎的勉学の研鑽を積む事を要求される技術者を、社会が正当に評価してきたかが問われている。成果物を輸入に頼れる分野でも、国内産業の空洞化に対する反省から、国内の技術力の維持に対する努力の重要性が再認識されている。まして、それぞれの文化や歴史、人々の価値観に支えられ、地域で一品生産せざるを得ない土木分野では、高い見識と技術力を有する人材が、社会的に不可欠である。

その土木界は今、激動期にある。公共事業の減少は勿論、その意義に対する様々な議論、公団、土木研究所を始めとする国の研究機関の改組、大学の独立法人化、少子化に伴う学生数の減少等々である。産官学それぞれが効率性を求められる中、多くの組織で急速に人的資源が縮小しつつある。組織の効率性を求めてのアウトソーシングは、退職者を当てにする技術力の維持策であれば、問題の先送りに過ぎない。

長大橋、ダム、地下鉄など大型プロジェクトに対応する技術力のみならず、簡単な技術力の維持もが懸念されている。マニュアルや、コンピュータソフトウェアに依存する業務が増える中で、計画・設計業務の中での課題への判断力、現場での問題対応力の低下に対する危機感の声も聞く。

このような状況下で、会長特別委員会のテーマとして本委員会を立ち上げた。委員会は、研究成果や提言書が目的ではなく、具体的改善策の実行にその意義を見いだしている。従って、ここに示す提言、およびアクションプランは土木界の各組織で実行可能な、そして確実に効果があると考えての提示である。世代を越えた技術力の継承に関係各位のご尽力を切にお願いしたい。技術力を次世代に確実に継承するためには、個々の技術者が自己の持つどの技術を次世代に継承するかを意識する必要がある。その技術は決して独特のものである必要はない。むしろ、簡易な技術でも、書物では伝えにくい内容こそそれに相応しい。各技術者がそのような意識を持ち、若い技術者に伝承する行為を支援する組織的取り組みが必要なのである。更に、個別組織対応では不十分であるからこそ、土木界挙げての努力の結集が必要なのである。技術者個人の努力、各組織での取り組み、更に組織を超えた対応無くしてこの課題に対する解は見いだし得ない。この提言実現に向けた関係各位のご尽力をお願いしたい。

最後に、大島一哉、廣谷彰彦両氏を部会長とする国内、国際の部会からなる委員会には、産官学の一流の技術者にご参加いただき、また多くの方々から意見を伺い、それを出発点として多大の作業と議論の結果まとめられたのが本報告書である。多忙なこれらの方々の真摯なご尽力に心から敬意と感謝の意を表したい。

平成17年 4月

第92代土木学会会長

森 地 茂

平成 16 年度会長提言特別委員会
土木界における技術力の維持と向上に関する特別委員会

委 員 名 簿

(敬称略)

委員長	森地 茂	(社)土木学会会長、政策研究大学院大学教授
副委員長	大島 一哉	(社)土木学会理事、(株)建設技術研究所代表取締役社長
	(兼国内部会長)	
委 員		
国内部会		
	小澤 一雅	東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻教授
	金澤 寛	国土交通省大臣官房技術総括審議官
	北川 信	本州四国連絡橋公団参与
	木村 洋行	大成建設(株)執行役員土木営業本部副本部長兼土木本部副本部長
	佐藤 信秋	国土交通省技監
	橋口 誠之	(社)土木学会副会長、東日本旅客鉄道(株)代表取締役副社長
	渡辺 泰充	清水建設(株)土木事業本部副本部長
海外部会		
	貝原 孝雄	(独)国際協力機構中東欧州部次長
	富岡 征一郎	鹿島建設(株)専務取締役企画本部長兼海外事業本部長
(部会長)	廣谷 彰彦	(社)土木学会監事、(株)オリエンタルコンサルタンツ代表取締役社長
	廣瀬 典昭	日本工営(株)代表取締役常務執行役員
国内、海外共通		
	古木 守靖	(社)土木学会専務理事
幹 事		
国内部会		
	小澤 一雅	(前掲)
	高橋 総一	国土交通省大臣官房公共事業調査室長
	田中 茂義	大成建設(株)土木本部企画室長
	名倉 健二	清水建設(株)土木事業本部技術企画部技術企画グループ長
	秦 健作	本州四国連絡橋公団長大橋技術センター技術調整課長
	松田 光弘	(株)建設技術研究所東京本社河川部課長
	美谷 邦章	東日本旅客鉄道(株)建設工事部課長
	山田 邦博	国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官
海外部会		
	岩淵 明	鹿島建設(株)海外事業本部直轄事業部工事部次長
	小泉 幸弘	(独)国際協力機構アジア 1 部東南アジア第 3 チーム
	西畑 賀夫	日本工営(株)コンサルタント国内カンパニー技術企画室
	山村 直史	(独)国際協力機構社会開発部第 3 グループ運輸交通第 1 チーム
	米沢 栄二	(株)オリエンタルコンサルタンツ東京事業本部分野責任リーダー

平成 17 年 4 月 30 日現在

土木界における技術力の維持と向上のために

総目次

第1編	土木界における技術力の維持と向上のために（国内編）・・・	1
第2編	土木界における技術力の維持と向上のために（海外編）・・・	39
資料編	51

第1編 土木界における技術力の維持と向上のために - (国内編)

目次

1. 序	1
2. アンケート調査	2
2.1 アンケート調査の内容	2
2.2 アンケート調査結果	2
3. 技術力の維持と向上についての課題	4
3.1 技術力の維持・継承についての課題	4
【課題1】《技術継承の場の喪失》	4
【課題2】《マニュアル依存・コンピュータ依存による技術力の空洞化》	6
【課題3】《アウトソーシングによる技術力の空洞化》	8
【課題4】《総合力を有する技術者の不足》	10
【課題5】《基礎能力の低下》	11
【課題6】《現場感覚の衰退》	12
3.2 技術力向上・技術開発についての課題	13
【課題7】《公共事業の抑制等による技術力向上・研究開発の場の喪失》	13
【課題8】《社会的要請のある新たな技術分野における研究開発体制等の不備・遅れ》	14
【課題9】《新技術が採用されないことによる技術開発意欲の低下》	16
【課題10】《産官学或いはセクション間における非統一な研究開発体制》	17
【課題11】《長期的な視点で基礎研究を行う機関・研究体制の欠如》	18
【課題12】《土木界の魅力低下による優秀な人材の減少》	19
【課題13】《土木技術者の国際競争力向上の必要性》	20
4. 技術力の維持と向上のための提言	22
4.1 技術力の維持・継承のために	22
【提言1】《多様性・選択性キャリアパス制度の構築》	22
【提言2】《技術伝承の仕組み・システムの構築》	23
【提言3】《技術伝承を視野に入れた生産システムの再構築》	24
【提言4】《技術力を評価した入札制度の導入》	25
【提言5】《大学教育プログラムの見直し》	26
【提言6】《社会への情報発信》	27
4.2 技術力向上・技術開発のために	28
【提言7】《技術開発投資の効率化・重点化》	28
【提言8】《研究・開発体制の再構築》	29

【提言 9】《新たな課題に応える技術開発》	29
【提言 10】《技術開発を推進するインセンティブの働く契約方式》	30
【提言 11】《技術力の海外展開》	31
4.3 技術力の維持と向上のための提言のとりまとめ	32
5. 技術力の維持と向上のためのアクションプラン	35
5.1 人事交流の促進に関する要請	35
5.2 技術支援センター（仮称）によるベテラン技術者の活用・技術情報の蓄積	35
5.3 土木界の魅力の向上	36
5.4 国内外の他学協会との交流促進	36
5.5 技術開発の促進	37
5.6 技術力を評価できる入札・契約方式の大幅な採用	37
5.7 大学教育の見直し	37
5.8 海外市場への進出	38

1. 序

我が国では、第二次世界大戦後、戦争による荒廃からの国土の回復整備が推し進められ、その後の高度成長期を経て社会資本の整備は着実に進められてきた。この間、多くの土木技術者は非常に強い使命感と気概をもって懸命な努力を傾注するとともに、伝統的技術の上にとって新技術の開発と発展をも進め、その技術力は世界的なレベルに到達するまでになった。

しかしながら 1990 年代後半以降、引き続き公共事業の縮小によって、国の研究機関や公団の組織改編、企業における技術者減少や研究機能縮小、学生数の減少に伴う大学の縮小や組織改編など、社会資本整備を取り巻く環境は厳しい状況にある。また、建設生産システムにおいても分業化すなわちアウトソーシングが進行している。こうした中で、技術力の高度化が難しくなることはもちろん技術力の継承の低下が問題視されている。

技術力の継承、低下がどの分野で危惧され、どの様にその徴候が現れているかを明確にし、それらの問題にどう対応すべきか、さらにはどの分野でどのような技術の高度化、技術開発が求められているのかを検討した上で、その対応策を実行に移すことが、いま求められている。

本報告書は技術力の維持と向上という問題について、「技術力の維持・継承」という面と「技術力向上・技術開発」という面に分類し、それぞれについて現在抱えている課題を抽出、分析し、これらの課題を解決する方向性を検討して提言という形でとりまとめるとともに、提言を具体化する学会、官、民の施策をアクションプランとしてとりまとめたものである。

なお、課題の抽出においては、土木学会で御活躍の土木技術者の方々、すなわち学会理事、学会調査研究委員会委員長、学会特別上級技術者資格登録者、本委員会および理事より依頼する各技術分野の専門技術者にアンケート調査をお願いするとともに、学会ホームページにおいて広く学会員の皆様の御意見をお願いし、これらを参考にさせて頂くことにした。その結果、延べ 358 名の方から御回答、御意見を頂いた。御回答、御意見の多さに驚くとともに、土木分野における技術力の維持と向上という問題が学会員共通の極めて重大で緊急の問題であるかを改めて認識した次第である。

2. アンケート調査

2.1 アンケート調査の内容

(1)調査項目

課題があると思われる「技術」の洗い出しと問題の把握を行うことを目的として、以下の事項についてアンケート調査を行った。

国内土木界における、技術力の維持・継承に係る課題と対策 調査票(1)

国内土木界における、技術力向上・技術開発に係る課題と対策 調査票(2)

(2)調査方法

調査方法は、以下の依頼先に対して調査票を配布・回収した。(については、ホームページを通じて会員各位の協力を依頼した)

土木学会理事

土木学会調査研究委員会委員長

土木学会特別上級技術者

本委員会および理事より依頼する、各技術分野の専門家

本件について御意見のある会員の方

2.2 アンケート調査結果

(1)全体回答状況

依頼先総数：569件

回答数：調査票(1) 212件 (回答率 37.3%)

調査票(2) 196件 (回答率 34.4%)

(2)依頼先別回答状況

依頼先	対象者数	回答者数	
		調査票(1)	調査票(2)
土木学会理事	27	9	7
調査研究委員会委員長	28	3	4
特別上級技術者	475	154	133
理事・委員会より依頼する専門家	39	20	22
御意見のある会員の方	-----	2	4

(3)分野別回答状況

分野	調査票(1) 技術力の維持・継承	調査票(2) 技術力向上・技術開発	
土木学会認定技術者資格制度における技術分野	1. 鋼・コンクリート	16	13
	2. 地盤・基礎	6	3
	3. 流域・都市	9	6
	4. 交通	16	9
	5. 調査・計画	11	20
	6. 設計	37	19
	7. 施工・マネジメント	47	49
	8. メンテナンス	12	21
	9. 防災	5	5
	10. 環境	4	11
その他	11. 教育	41	10
	12. 研究	2	10
	13. その他	6	20

3. 技術力の維持と向上についての課題

3.1 技術力の維持・継承についての課題

【課題 1】《技術継承の場の喪失》
 公共事業抑制によるプロジェクトの減少に伴い、技術継承の場が喪失している。

(1) 経済成長と大規模プロジェクト

わが国では、戦後のめざましい経済の発展に伴って、国民生活の安全性や利便性を高めるための社会資本整備に力が注がれてきた。

図 3.1-1 に示すように、わが国の建設投資は、1990 年度までの 5 年間に民間投資を中心に急拡大し、バブル経済崩壊に伴い民間投資が減少に転じた後も政府投資の下支えにより 1992 年度（84 兆円）まで増加を続けた。その後、1993? 1996 年度は 80 兆円前後を維持していたが、1997 年度以降は民間投資の一層の冷え込みと公共事業削減により大きく水準を下げ続け、2004 年度では 50 兆円強（見通し）となっている。

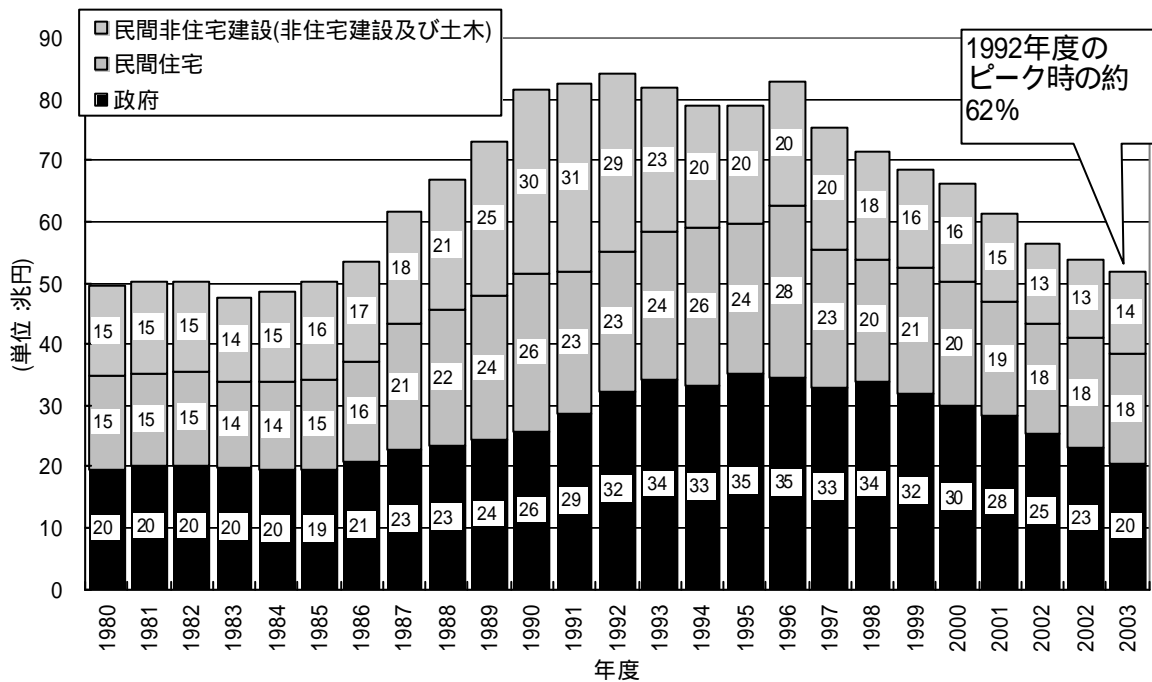


図 3.1-1 建設投資の推移

出典：「平成 16 年度建設投資見通し - 概要とその要点 - 」国土交通省総合政策局情報管理部建設調査統計課、2004.6

わが国でこれまでに実施されてきた大規模建設プロジェクトには、東海道新幹線（1964）に代表される鉄道、世界で最初の海底トンネルである関門トンネル（1958）や

世界一長いトンネルである青函トンネル（1985）、本州四国連絡橋（1988・1998・1999）に代表される長大橋、全国で延長約7,200km（2002時点）にも及ぶ高速自動車国道、七ヶ宿ダム（1991）・宮ヶ瀬ダム（2001）等に代表される多目的ダム、等が挙げられる。

これらのプロジェクトを推進するために、産・官・学のそれぞれの立場の土木技術者は、企画・調査・計画・設計・施工・管理の各段階において技術開発を行い、かつて先人たちが到達し得なかった高い技術で、品質の高さを世界に誇れる社会資本を多く生み出してきた。大規模で先端的なプロジェクトには、予算と人的資源が集中的に投資され、技術力の維持・継承は効果的になされていたと考えてよい。

自然災害が多く、過密なわが国では、欧米の先進諸国と比較すればまだまだ各種の社会資本の整備率は高いとは言えないものの、成長する経済基盤に支えられた大規模プロジェクトは次々と完成を迎え、これらの社会資本がさらに国民の生活の安全性や利便性を向上させるための礎となり、わが国はある一定の豊かさを享受できるようになったといえる。

(2)バブル経済以後の状況

20世紀末に発生したバブル経済の崩壊を契機として、わが国は財政上の危機を迎えた。その結果として、公共事業の予算は毎年削減され続けている。

また、土木分野をめぐる数々の不祥事、自然環境に対する国民の関心の高まり、いわゆる「縦割り行政」の弊害としての非効率性等の要因が絡み合って、国民からの土木に対する批判の声が高まったこともあり、公共事業には逆風が吹いている状況にある。

こうした背景により、かつては技術的なチャレンジの場となっていた大規模プロジェクトは著しく減少している。例えばダム事業では、事業再評価の委員会を通じて、中止や休止の判断が下されるものが増えてきている。

大規模プロジェクトに限らず、予算の削減に伴って、一般的なコンサルティング業務や公共工事の量も減少を続けている。

(3)技術力の維持・継承の場の減少

土木工学は、「経験工学」と呼ばれることが多い。それはまさに、土木技術が「現場」に密着した技術であるからにほかならない。組織に配属された若手技術者は、現場での調査、計画、設計、施工等の経験を積む中で技術力を醸成していく。特に、大規模で先端的なプロジェクトを経験することによって得られる技術は貴重なものである。

しかしながら、公共工事の減少という背景のもとで、技術力を維持・継承する場は減少してきている。それは、市場が縮小するために企業内で人的資源が手当てされないという後継者不足の問題、かつての大規模プロジェクトを経験した土木技術者の熟練した技術を継承する場がないまま引退していくという問題、OJT（On the Job Training）の教材としての「現場」の減少、という3つの問題を抱えている。

このため、わが国がかつて技術開発を行い獲得した技術の中には、近い将来に、維持・

継承されずに衰退してしまう恐れがあるものがある。例えば、海峡を横断する長大橋の建設技術、ダムや水力発電所の建設技術、地下鉄の建設技術等が挙げられる。

【課題 2】《マニュアル依存・コンピュータ依存による技術力の空洞化》
マニュアルや示方書・基準、コンピュータへの依存により、技術力が空洞化している。

(1) マニュアル・示方書・基準類の登場

マニュアル・示方書・基準類の歴史的な経緯について、河川技術を例として以下に述べる。

河川の調査・計画・設計分野の技術基準を記した「建設省河川砂防技術基準（案）」は、昭和 33 年に初版（当時は(案)の文字はなかった）が登場した。これは、国による河川の体系的な技術書として初めてのものである。その後大きな改訂が昭和 51 年、平成 9 年に行われて現在に至っている。

昭和 33 年よりも前の技術書としては、明治時代の「お雇い外国人」以降の河川技術を担った内務省技師達が、各地の河川で経験した技術を残すために記した河川工学の技術書が、昭和の初期に複数出版されている。ただしこれらは著者が個人であって、国の公式な技術論をまとめたものではない。

第二次世界大戦後になると、頻発する洪水や水需要の高まりに対処すべく、各地でダムに関する検討がなされ、それに伴ってさまざまな技術開発がなされた。昭和 33 年の「建設省河川砂防技術基準」は、当時の河川技術を集大成してまとめられたものであり、その主な目的としては、今後全国でさらにニーズが高まると考えられる治水・利水事業の作業を効率化、標準化し、一定の水準の確保を図るためと考えられる。

その後、治水・利水のニーズの高まりに対する法的な対処として昭和 39 年に河川法が改正され、河川事業を推進するためには「工事実施基本計画」を定めることが義務づけられた。昭和 40 年以降、全国の河川で工事実施基本計画の策定作業が行われ、河川によっては数年後にその見直し作業が行われた。これらの検討作業の中で培われた技術の集大成として、改訂「建設省河川砂防技術基準（案）」が昭和 51 年に発刊されている。

「建設省河川砂防技術基準（案）」の近年の大きな改訂は平成 9 年になされているが、これは環境に対するニーズの高まりを受けて改正された河川法（平成 9 年）を受けたものである。

以上のように、マニュアル・示方書・基準が発刊されるのは、当時の社会背景を受けて、各地でそれぞれに開発が行われてきた技術を効率化、総合化し、その後のニーズに応えるのが主な目的と考えられる。

すなわち、マニュアル・示方書・基準には必ず背景が存在し、そこに「本質」がある。

(2) コンピュータの発展に伴う業務の効率化

土木技術者が行うさまざまな解析には、現在ではコンピュータは不可欠であるが、技

術者が卓上でいつでも自由に複雑な数値計算が行えるようになったのは、極めて最近のことである。いわゆるパソコンが普及し始めたのは昭和 60 年代になってからであるし、インターネットの普及もここ数年のことである。

古くは、タイガー計算機、計算尺、電卓、大型計算機等、時代に応じた計算ツールが用いられていた。それらの性能には限りがあったため、技術者たちは効率的に計算を行うよう、工夫をこらしてこれらのツールを使いこなしていた。

現在では、パソコンの普及とともに、土木のさまざまな分野で、複雑な数値計算を容易に行えるようなアプリケーションソフトウェアが開発された。計算結果をわかりやすくグラフや図形でカラフルに表示できる機能を備えたものも多く見られる。

このようなコンピュータやソフトウェアの発展によって、計算作業そのものに技術者が費やす時間は飛躍的に減少し、それ以外の作業に時間をあてることができるようになった。

(3) マニュアル・示方書・基準依存の弊害

土木の各分野でさまざまなマニュアル・示方書・基準が整備されたことによって、それらに従って作業を進めれば、必要最低限の性能を有する成果があげられるようになった。

その反面で、マニュアル類を越えて複雑化・多様化した構造物の計画、設計、施工などに対応できない技術者が増え、技術力の空洞化が発生してしまった。これは、マニュアル類の背景にある本質を理解しないまま、「マニュアルに沿っていけばいい」という安易な考え方に基づいている場合が多い。

また、マニュアル類に依存するあまり、創造性を失った技術者も増加している。マニュアル類がない時代の技術者は、暗中模索ながら創意工夫によって技術開発を行っていた。マニュアル類がないため、効率的ではなかったかもしれないが、技術者たちは「頭を使う」作業をしていたはずである。

さらに、マニュアル類は必ずしも完璧なものではなく、現場によっては適用することが不適當な場合もあるにもかかわらず、「マニュアル類は常に正しい」と信ずるあまり、間違った適用をしてしまう場合がある。マニュアル類が作成された背景、本質を理解していれば適用性を判断することができるはずなのに、「まずマニュアルありき」と考えてしまうことに、間違いがある。

マニュアル類は、効率化、標準化、一定の水準確保のために有効なものであるが、技術者がそれをを用いる際には必ずその背景、本質を理解する必要がある。「マニュアル類に沿って作業を行う」のではなく「マニュアル類を有効に活用にして作業を行う」というように意識を改革することが求められている。

(4) コンピュータ依存の弊害

コンピュータの発達には、前述のように作業の効率化に著しく貢献したが、その弊害もある。

アプリケーションソフトウェアがブラックボックス的になっていて、条件を入力すれば誰でも「何らかの」答えは出せる。このことは、非常に危険な要素をはらんでいる。すなわち、条件を十分に吟味しないでも、「何らかの」答えがすぐ出てしまうということである。そして、「コンピュータが出した答えは正しい」と信じてしまうことである。

アプリケーションソフトウェアは、あくまで現象を数値解析できるようモデリングしたものであって、実現象そのものではない。考えうる全ての現象が表現できるようモデリングされていなければ、実現象が表現できない場合もありうるのである。

また、ソフトウェアは人間がプログラミングしているものである以上、そのどこかにバグが存在している可能性は否定できない。例えば水理解析を行う場合に、条件設定によっては数値計算内部の収束計算がうまくいかず、実現象ではありえないような計算結果が発生することがある。実現象を知っている技術者であれば、計算結果が信頼できるものであるかどうかは概ね判断できるが、実現象を知らない技術者は、計算結果を信頼してしまい、的外れな結論を導いてしまうことがある。

設計で用いられる CAD も、作業の効率化に著しく貢献した反面で、危険な要素をはらんでいる。手作業で製図を行っていた時代と比較して、CAD は手軽にきれいに速く大量の線を引くことができるが、基礎的な空間感覚と設計技術に欠ける技術者が CAD を使った場合に、構造上の矛盾やアンバランスを抱えた図を「手軽に」描いてしまう例がある。印刷された図面は一見きれいにみえるため、若手技術者はミスに気づかない危険性がある。また、部分部分を継ぎ足して全体図を仕上げる作業が多くなることから、構造物全体を見るバランス感覚を失う可能性がある。

技術者がコンピュータを使う場合は、実現象（本質）をよく理解すること、自らの頭で考えること、ソフトウェアの限界を知って計算結果を鵜呑みにせず、検証を行うこと等に注意する必要がある。

【課題 3】《アウトソーシングによる技術力の空洞化》

アウトソーシングが進んだことにより、技術力が空洞化している。

(1) 発注機関（官公庁、自治体等）の技術力の空洞化

わが国の社会資本整備の歴史をみると、戦前には通例、内務省や農林省等が企画、設計から施工までを一貫して直営事業として実施してきた。戦後、建設工事の増大に伴い、建設会社の自助努力に加え官公庁や自治体の指導による施工能力の向上等があり、工事の施工は順次請負の形で建設会社を実施するようになった。この頃、工事に関する調査、計画、設計及び工事監理は官公庁や自治体自らの手で行われてきた。

しかし、昭和 30 年代後半以降、公共工事が急速に増加するに至って、いわゆる建設コンサルタント業務を民間に発注し、外部技術力を活用する必要が生じてきた。

一方、戦後の賠償を契機として海外における建設事業への進出が行われるようになったが、その先駆的役割を果たす建設コンサルタントの活躍が強く望まれるに至った。

こうした国内外の事情を背景に、建設コンサルタントの発展を図るため、建設大臣は、昭和 38 年 5 月 7 日付けで中央建設業審議会に対して「建設コンサルタントを育成する必要があると思うが、その方策をいかにすべきか」との諮問を行い、「建設コンサルタントの育成について」の答申を得ている。

このような歴史的経緯から、発注機関（官公庁や自治体）の技術は徐々に民間に移ることとなった。現在では、社会資本整備に関する調査・計画・設計・施工・管理の全ての分野において民間の技術が大幅に活用されている。すなわち、わが国の土木技術全体のうち、発注機関の有する技術の総量が昔よりも減少してしまっている。このことは、経緯からすれば必然なことであり、やむを得ないことであるといえる。

このような流れに伴い、発注機関の技術者は、技術的な分野で自ら手を動かすことが少なくなり、予算を管理し、民間に発注し、技術的な監督を行うプロジェクトマネージャとして活躍するという役割が求められるようになった。しかしながら、現実的には、発注機関では定員削減により職員数が減少しているにもかかわらず、日常業務が多様化、複雑化していることから、現場の監督に割ける時間が少なくなっている。また、発注機関の技術者は民間と比較して短期で転職を迎えることから、一つのプロジェクトにじっくり取り組み、実体験を蓄積するということができにくい状況にある。これらの原因によって、発注機関の技術者に求められている、プロジェクトマネージャーという新しい役割を持った技術者は、まだ十分には育成されていないのが現状である。

技術力の低下と新しい役割への対応が不十分なため、業務や工事の発注時や、業務や工事の途中の監督に際しても、その弊害がみられ、非効率になっている事例が見られる。

(2)民間での技術力の空洞化

民間においても、技術の細分化、専門化の進行により、専門的な技術を持つ外部企業にアウトソーシングする傾向が強まってきており、元請会社は外注先を統括する役割を担うようになってきた。付加価値の低い単純作業についても、コスト削減の観点からアウトソーシングする事例が見られる。

アウトソーシングを行うことにより、作業の効率化は図られているが、その反面、自分で現場で手を動かすことがなくなったため、実務経験が不足している。若い技術者は現場への興味を失い、現場を見なくなった。現地を見ずに報告書や設計図書を鵜呑みにする技術者もみられる。そして、現場を理解していないことから判断力が低下し、現場でトラブルが生じた場合、解決に時間がかかるようになっている。

このように現場感覚が失われた状況では、技術力の維持・継承は困難である。

鉄道の分野では、線路の保守管理業務のアウトソーシングによる保線係員の現場感覚の喪失が懸念されている。例えば、保守管理業務のアウトソーシングの結果、通常時においては外注業者が測定した数値の判断が主たる業務となったため、事故や災害時に現場の状況をふまえて列車運行の適否を判断するノウハウ、技能が失われつつあり、高密度の鉄道輸送を支える維持管理技術をいかに継承していくかが課題となっている。その

背景として、保線作業自体が 3K 作業であり若手技術者の確保・育成が困難なこと、保守コストが削減されていること等があり、またこうした状況の結果、保守管理業務の分業化が進んだことが挙げられる。

また、河川の分野でも、例えば水理模型実験に関する問題点が顕在化している。昔、水理模型実験を担当していた人達は、模型製作から計測、報告書作成までの一連の作業を自前でやっていた時代があった。その後、高度成長期に入って業務量が増えたため、生産性を高め効率を上げる方策として、作業の一部を外注に出すようになった。その結果、模型製作や実験計測、模型改造は外注業者に任せることにより、業務の生産性は高まったが、その体制が構築された後に入社した若者には、例えば現地調査の目的が模型精度の向上や実験計測手法の検討材料になることを理解しないまま過ごしている場合が多々見受けられる。実験で現れる現象（跳水、蛇行、流砂の移動、せき上げなど）に対して、何故そのような現象があらわれているかという点に気づかないまま見過ごしている場合が見受けられる。上司は当然理解した上で現象を見ていると考えているのに対して、若者は指摘されなければその原因に気づかないし、その原因がわかってもその使い道がわからないので、必要性・重要性が理解できないようである。

【課題 4】《総合力を有する技術者の不足》

総合的（長期的）な見地から問題提起、判断をする技術者が育成されていない。

社会のニーズは多様化、複雑化が進んでおり、建設プロジェクトもそのニーズを受けて多様で複雑なものにならざるを得ない。

高度経済成長期のわが国は、安全性と利便性を目指して、社会資本整備は主に「量的なもの」に重点が置かれてきた。国民の生活も、量的な充足に価値観を見出していたといえる。しかしながら、量的な充足がある程度満たされるようになってくると、ニーズは変化し、「よいもの」すなわち質的な充足を求める傾向になってきた。環境への関心の高まりもその一例である。公共事業の推進に際して、自然環境や景観への配慮が求められるようになり、法的にも「自然再生推進法」や「景観法」等が制定され、土木技術者は従来の狭い意味での土木技術だけでなく、幅広い専門知識を身につけることが必要不可欠となってきた。

また、住民参加型の建設プロジェクトが増え、行政の説明責任が大きくなり、情報公開が進むにつれて、住民の意見をどのように把握し、計画にどのように反映させ、住民にどのようにわかりやすく説明するか、といったような、従来にはなかった事業の進め方を取り入れることが必要となってきた。

このように、現代の土木技術者は、総合的なプロジェクトマネジメントの技術を身につけることが求められている。その中には、さまざまな専門技術の統合、利害関係者の調整、社会経済状況の変化や多様なニーズの把握、プレゼンテーション技術等が含まれる。その技術者像は、例えば昔の大工の棟梁のように、自ら図面を引きながら（施設計

画をまとめながら、多くの職人をまとめ（多分野の技術をコーディネートし）、施主の要望を確認し（社会や発注者のニーズを的確につかみ）、出来栄を見守る（品質管理）という、いわば「ものづくり」のまとめ役である。

しかしながら、これまでの土木の各分野では、技術が高度化したことによって、組織内の生産体制の専門化や細分化が進んだ。その結果、それぞれの土木技術者の専門分野は「より深く、より狭く」という傾向になり、要素技術の専門家が増えている。若手技術者の中には、自分の専門分野以外に興味を示さない人が増えている。各組織においては、専門性に関する人材教育は行おうが、総合的なプロジェクトマネジメントを行うための人材教育はほとんど行われていないといっておく、組織の体制もそのようには組まれていない。大学教育の場でも、専門的な研究が重視されており、「実務」「現場」「総合性」という観点からの教育が不足している。

一つのプロジェクトの流れの中でも、企画・調査・計画・設計・施工・管理というそれぞれの生産プロセスで専門化や細分化が進んでいるため、長期的なプロジェクト全体を調整・管理し、まとめあげる技術者がいない状態となっている。現在の仕組みであれば、発注者である官庁の技術者がプロジェクトマネージャーとして機能すべきところであるが、プロジェクトの時間スケールと人事異動の時間スケールが合わないため、プロジェクトの着手から完成まで責任を持って携わるということができない状況である。

このほか、計画者が設計技術を知らないままに計画を立ててしまう場合があること、設計者が施工技術を知らないままに設計してしまう場合があること等による問題もある。

【課題5】《基礎能力の低下》

技術者の基礎的な能力が低下し、土木構造物の品質低下が問題となっている。

(1)大学教育における基礎教育の現状

わが国では、工学全体のレベルアップに伴い、大学院教育、研究成果の充実が求められているが、それと同時に、土木の必須科目である「水理学」「材料力学」等の基礎科目教育はそれ以上に必要である。

しかしながら、現在では、華々しい研究成果を出す研究が重要視され、基礎科目の教育はおろそかにされがちである。大学教育でそれらを担当し、それに力を注げば注ぐほど、今日の評価基準から外れる結果となってしまう。その結果、若手教官からベテラン教官まで、先端的な研究面や応用面へと活動内容を移す傾向にある。その結果として、土木工学全体の空洞化を招きかねない状況となっている。

また、大学教育では、現場の大切さや、設計・施工等について教えるカリキュラムがほとんどない。このため、新入社員層が入社して実務を担当するにあたって設計・施工に関する知識の不足が著しく、実務者として育成するために多大な費用と期間を要している。この現象は近年に限ったことではないが、厳しい昨今の社会状況においては、即戦力となる人材の確保とそのための教育カリキュラムの見直しが必要である。

(2)現場における基礎能力の低下

技術開発の進展により、土木技術者が直面するプロジェクトは多様化、複雑化の一途を辿っている。現代の土木技術者たちは、限られた時間と人材のなかで、高度な要求に耐えうる技術を獲得してきた。

その反面で、土木の各分野で問題になっているのは、基礎的な能力の低下である。「難しいことはこなせるが、一見簡単にみえることがきちっとできない」「良い構造物を確実につくるという意識が欠如している」という批判が、数多くの分野で聞かれる。

例えば、コンクリートの打設技術、道路計画における交通量予測技術、地盤・岩盤の基本物性を理解したうえでの設計・施工技術、水理水文資料の観測及び検定技術、鉄道線路切替工事技術、道路舗装技術、各種構造物の維持管理技術、現場施工管理技術等のほか、基礎力低下が懸念されている技術は数多くある。

本来は大学で基礎を学習する、地盤、構造、水理等に関する基本的な力学が実務の基礎となるが、これらが十分に会得されていないことが多く、さらに技術力を磨く時間的余裕もないために、条件や結果の妥当性を直感的に判断する能力が欠如し、設計の弱点、ミスを見抜くことができない。土木の施工には「図面を見る」のではなく「図面を読む」能力が必須であるが、こうした能力がなかなか育成されていない。このため、土木構造物の品質低下が重要な問題となってきている。

複雑で高度であることだけをよしとするのではなく、基本的な技術の重要性を再認識すべきである。

【課題6】《現場感覚の衰退》

技術者の現場経験が減少し現場感覚が失われ、技術の伝承が難しくなっている。

近年、土木技術者の現場感覚の不足が問題視されてきている。現象に対する想像力、洞察力が不足しているため、安全上重要な問題が発生する場合がある。

土木の各分野で、現地を十分見ないで調査・試験報告書だけで設計を行う設計者、設計図書を鵜呑みにする施工者等が多いといわれている。現場に行かないから、現場を見ないし、現場を知らない。このような技術者達は、現場の状況に最適な設計施工ができないことはもちろん、課題5で述べたような設計ミスを発見すること、現場でのトラブルの発生を予測・回避することや、コストダウンや工期短縮等の対応ができない。その結果として工程に手戻りが生じる。

現場感覚が失われてきていることには、さまざまな原因が考えられる。

一つは、課題2で述べた、マニュアル類への依存である。

マニュアル類が整備されてきたことによって、それに従って作業を進めれば、必要最低限の「それなりの」性能を有する成果があげられるようになった。マニュアル類に従った標準的な構造物が現場に不適合の場合もあるにもかかわらず、マニュアル類を過信

して現場を軽視してしまうことがある。

二つ目は、同じく課題 2 で述べた、コンピュータへの依存である。

情報化の進展により現場の情報が電子データとしてさまざまに入手できるようになり、パソコンの処理速度は向上し、計算プログラムや CAD が普及したことによって、コンピュータ上で何らかの答えを導きだせるようになった。その答えが実現象に合うかどうかを見極めるのが技術力であるが、コンピュータを過信してしまうとその答えが真値であると思込み、現場で起こりうる実現象とかけ離れた結論を導いてしまうことがある。

三つ目は、課題 3 で述べた、アウトソーシングの進展である。

発注機関では民間技術の活用が浸透して自ら手を動かすことが少なくなっている。民間においても下請け・孫請けへの依存により自ら現場を見ることが少なくなっている。

四つ目は、社内や発注者に対して提出する書類の作成など、事務的な内業に日常的に追われており、現場を見てものを考えるという時間を削減してしまうことである。

土木技術者が対象としている様々な現象は、全て現場で起こっているのであり、決してコンピュータや書類の上でのことではない。答えを導くヒントは全て現場にあるということ、特に若手技術者に対して教育すべきである。

3.2 技術力向上・技術開発についての課題

【課題 7】《公共事業の抑制等による技術力向上・研究開発の場の喪失》

公共事業抑制等によるプロジェクトの減少に伴い、技術力向上・研究開発の場が失われている。

(1) 公共事業抑制ならびに大規模プロジェクトの減少

3.1【課題 1】で述べたように、日本国内における厳しい財政状況を背景に、公共事業が抑制されるとともに、社会資本整備が成熟段階を迎えたことにより、大型プロジェクトが減少し、公共事業を始めとした土木工事の量が減少している。こうした状況の中、技術力の維持・継承の場が減少していると同時に、技術力向上や研究開発の場もまた失われつつある。

たとえば、大型プロジェクトを実現するにあたっては、新たな技術開発の必要性が高く、研究開発にチャレンジする機会が多いが、従来その過程において技術者がその建設工事の最前線に投入され、調査、計画、設計、施工等の実践としての経験を積み、土木界としての技術力が蓄積され技術力の向上が図られてきた。しかしながら、公共事業の削減により、こうした機会が得られる難易度の高いプロジェクトが減少している。

(2) 技術力向上・研究開発の場の喪失ならびに開発意欲の低下

公共事業抑制の影響は、土木界の技術者の将来に向けた開発意欲も低下させている、

という指摘もある。

公的機関においては、公共事業の減少とともに研究開発費が削減される一方、国立研究所が独立行政法人化し、基礎的研究や、長期戦略に基づく研究を実施する機関が失われたことで、長期的な技術開発力の減退が懸念されている。(3.2【課題 11】で再述)

また民間企業においても、例えば、日本の建設会社は、従来それぞれが技術研究所を所有し、基礎的な研究から実用的な技術開発までに取り組み、世界に誇るような多くの成果をあげてきた。しかしながら、近年の経済不況と建設投資が長期的に落ち込む状況下で、研究所の機能を停止したり、研究開発に対する投資を削減する傾向が強まっている。従前の研究環境においては、シールドトンネル、ダム、橋梁等の土木技術の中に、日本で完成し世界に発信してきた特殊技術も数多くあったが、研究開発削減の傾向が続いた場合、技術力の向上どころか土木技術レベルそのものが低下してくることが懸念される。

さらに建設会社においては、市場の縮小による各企業間のコスト競争激化のため、各社の利益水準が低下しており、経営上の危機に陥る企業も現れ始めている。現在、土木分野においては、研究開発の成果に基づき受注があり、その利益で再度研究開発投資をするといった、拡大再生産あるいは持続的再生産が可能なサイクルが確立していないことから、次世代を見据えた開発意欲が低下しがちである。民間企業側は、利益水準を維持するために研究開発投資を削減するとともに、発注側も実績のある在来技術を多く採用する傾向にある。利益重視のためには、建設工事の現場の要員が削減され、将来的に技術力を支える人材を育成する余裕がなくなるなどの状況も見られる。

【課題 8】《社会的要請のある新たな技術分野における研究開発体制等の不備・遅れ》
時代変化に伴い必要性が増し、社会的に要請のある新たな技術分野における研究開発体制や教育の不備や遅れ、人材不足が見られる。

(1) メンテナンス、環境等、新たなニーズが増してきた分野への対応の遅れ

社会経済状況の変化に伴い、社会基盤整備への要請が変化しつつあるにもかかわらず、土木界としてその要請に対する研究開発体制の構築や人材育成に遅れが見られる。

例えば、高度成長期に建設された多くの施設が老朽化を迎え、維持更新需要が急激に増加している。こうした社会的要請に対応し、これまでの研究開発体制を、新規建設を前提にした技術開発から、維持管理に力点を置いたものに代えていく必要があるものの、未だ新設工事の設計・施工に重点が置かれているのが現状である。コンクリートのひび割れ制御技術、橋梁、トンネル等の個別構造物の維持補修技術や、長寿命化・延命化等の技術開発、さらにはライフサイクルマネジメントに関する研究も十分でない。また、劣化が進んでいる多くの社会基盤施設の調査・検査を行い、今後の補修・更新工事を計画的に進めていく必要があるものの、そのための簡便で精度の高い調査・検査手法の確立が未だ不十分であり、実態として、劣化しつつある構造物の調査が進んでいない。技術者にも建設重視の風潮が強く、改良、補修等のメンテナンス部門に優秀な技術者が集まらない傾向がある。

他の事例としては、社会基盤整備にあたり環境保全に関する要請が増加する中、土木技術者の環境に対する知識や取組が不十分だという点がある。現在の土木技術者は、従来の土木技術中心であり、環境分野については土木界外の有識者に任せきりで、土木学会でも様々な視点からの議論が不足している。例えば、自然環境分野、生態系に関する知識、都市廃棄物対策、リサイクル技術（下水処理水や汚泥の資源としての活用）、環境経済学、環境問題に係る住民と事業者を繋ぐコミュニケーション能力・調整能力等、課題は多いが、未だ取り組みは不十分である。

(2)総合的な技術監理能力やマネジメント能力を持つ人材育成システムの欠如

社会資本整備にあたって、土木技術者に対する社会のニーズは、プロジェクトに対する関係者の合意形成・同意形成をいかに進めるかに傾きつつあり、土木技術者には総合的な技術監理能力やマネジメント能力が求められている。従前のような専門能力のみを駆使するというプロジェクトの進め方ではなく、プロジェクトマネージャーたる土木技術者に必要な資質が変化していると言える。

要素技術の習得については、学校教育、企業内教育等で可能であるが、こうした環境において必要とされる総合的な技術監理能力やマネジメント能力については、実践に基づいた経験が基本となり習得されるといった見解はあるものの、その育成システムは未だ曖昧である。近年の建設プロジェクトの多様化に対応するため、これらの総合的なマネジメント技術の需要は高まると考えられる。

(3)プレゼンテーション能力の欠如

高度成長期、建設の量と規模が求められた時代には、社会基盤整備に携わる土木技術者の役割は、社会から要請される道路、ダム、鉄道等の大規模施設を建設することであり、それが社会的に認められていた。

しかしながら、価値観は変化を遂げ、土木界全体に対する評価・イメージが落ちていることは否定できない現状の中で、プロジェクトを進める上で地域に対する合意形成を図るためのプレゼンテーション能力はもちろん、社会全体に対するプレゼンテーション能力のある土木技術者が必要となっている。例えば、阪神淡路大震災では、建築技術者や地震学者がマスコミで活躍したが、土木技術者が出てくるケースが少なかったと言われる。

土木技術者は、土木界に安住しているので、周囲が土木技術者をどのように見ているのか、社会に対しどのように合理的な説明をしていくべきなのか、という視点に欠けていたのではないかと、という意見もあり、土木界の魅力を国民に伝えていく上でも、プレゼンテーション能力の醸成に十分配慮していく必要がある。

【課題9】《新技術が採用されないことによる技術開発意欲の低下》

新技術が実際の工事に採用されないことなどにより、特に民間企業の技術開発意欲が低下している。

(1) 研究開発の投資回収メカニズムの未確立

土木技術の進展のためには、研究開発の投資回収メカニズムを確立する必要がある。

たとえば社会資本整備において、種々の社会的要請の高まりに対応し、より安価で質の高い施設整備を実現するような新技術を開発するとともに、その技術が実工事に採用されることで企業が利益を得て、その利益（対価）をベースに、また新たな技術を開発していくという活力を維持できるサイクルが必要である。しかしながら、特に我々土木界においては、こうした研究開発の拡大再生産あるいは持続的再生産が可能なサイクルが確立されていない。

原因としては幾つか考えられるが、例えば、新技術の開発成果があった場合、発注者側のメリット（プロジェクトの採算性の改善等）がある場合は採用される一方、受注者側から見れば、必ずしも技術開発の投資に見合う成功が約束されていない、という発注方式の問題点がある。前例の無い技術は、予定価格が積み上げられないこともあり導入されにくく、実績を偏重する傾向がある。また採用されても、実施権許諾や実施料収入では研究開発投資の回収は不可能であるなど、投資回収のメカニズムが未確立となっており、技術開発意欲の低下につながっている。

(2) 新技術に対する評価不足によるインセンティブの欠如

開発した新技術を発注者側が十分に理解せず、適切な評価をしないため、民間企業側のインセンティブが低下している、と言われる。背景としては、下記のような問題点が考えられる。

- ・ 新技術を適切に評価する体制や新技術に関する情報が不足している。
- ・ 新技術に対し、評価機関もしくは発注者の評価能力が十分で無い。
- ・ 新技術に関する知的評価ならびにサービスに正当な対価が支払われていない。
（特に土木界においてその傾向や意識が強い。）
- ・ 公共工事が依然として価格重視であり、技術力評価重視への転換が図られていない。
（技術提案が活かされていくような、発注官庁による多様な契約制度が必要。）
- ・ 工事費が大幅に減少するような新技術が、民間企業からは提案されにくい。
- ・ 開発側（民間側）が新技術を発注側にアピールする場が少ない。
- ・ 民間工事が多い建築に比較して、指針や基準類適用の制約が厳しく、設計に関する自由な研究開発が自由に進まない。

また、技術力向上の一端を担うべき建設コンサルタントは、経営基盤が脆弱で技術開発への投資は極めて少なく、力不足である。結果として、民間の技術開発意欲が低下する結果となっている。

【課題 10】《産官学或いはセクション間における非統一な研究開発体制》
産官学、或いはセクション間で、研究開発体制に統一性が無く非効率となっている。

(1)産官学における研究開発体制の不統一

土木工事の市場の概ねは、公共・公益部門であるため、土木技術者が新工法等の研究開発を進めるにあたっては、産官学の相互の協力が最も必要な分野であると考えられる。

しかしながら現状では、土木界は連携が最も遅れている分野の一つであると言われ、人材、資金、設備、現場といった研究資源が存立基盤の異なる研究機関の間で偏在しており、相互利用の体制も整っていない。すなわち研究開発体制が産官学で分散され、役割が不明確となっており、また学界と実働部門の間に遊離がみられる。

たとえば、産官学のそれぞれの土木研究所を見る限り、耐震、流動化、水理等の基礎研究は、それぞれが別々に、全くの同一設備で、しかも同一内容の研究を、多数の優秀な研究者を集め巨額の費用をかけて実施している場合が見受けられる。同様の基礎研究は、統合できるものは統合し、民間は基礎研究以外の自社固有の開発に特化するなどの戦略を考え、土木界全体の効率的な発展を考えるべきである。

またかつての大型開発や技術検討においては、産官学による検討委員会等がスムーズに設定され、その提言等に基づき方向性を打ち出していたが、近年では、官公庁再編、規制緩和等の社会経済状況の変化で、そうした連携体制、ならびにそのシステムの世代継承が希薄になっている。

従来より土木技術は総合的な技術であったことを再認識させ、その総合性・総合力について社会的な認識を復活させる必要がある。

(2)土木界のセクション間における連携の不足

同様の非効率な研究体制は、産官学のみならずセクション間でも見られ、こうした非統一性による土木界の連携力低下が見られる。

例えば、水資源を有効活用するために、水循環の健全性を保ちながら流域を総合的に管理していくことが世界的にも課題になっているが、そのためには流域管理と都市水道・下水道施設整備は連携を図る必要がある。しかしながら、現段階では水行政の縦割りにより流域管理が十分に実現できていない。

また、発注機関別のセクション間の研究開発に対する連携不足も見られる。たとえば、道路・鉄道・港湾・電力等の発注機関のセクションが別々であることから、関連する企業は発注機関と共同で技術開発に取り組む傾向にある。発注機関のセクションが異なっても、同様の技術分野で、共同で開発し活用していくことが可能な技術成果もあるはずだが、現状ではセクション間の情報交換も不十分であり、あるセクションで開発した新技術は他セクションでは採用されにくい。

【課題 11】《長期的な視点で基礎研究を行う機関・研究体制の欠如》

長期的な視点・戦略に基づき、基礎研究を実施する機関・研究者が欠如或いは減少している。

(1)土木界における長期的な戦略の欠如

そもそも産業界全般において、日本企業による応用分野の特許取得は多いが、米国企業に比べ基本特許取得はまだ少ない。日本は戦後、若い労働力を武器にしながら高度経済成長を果たし経済大国になったが、今後は少子化等の新たな社会環境をふまえ、高度な技術開発力を武器に新たな産業発展を目指していかなければならないと考える。

しかしながら現在、土木界においては、公共事業不要論等の中で、産官学いずれの従事者も、土木界の役割に自信喪失気味である。新たな国土計画の策定など、今後の土木事業の位置付けを明瞭にし、そのために今後何をすべきか、といった戦略づくりを土木技術者自らが行き、実施していく必要がある。また、行政、国際、立法、経済等の様々な経験を通じ、新たな時代に必要な知識を有した人材をオピニオンリーダーとして育成し、国民の理解、支援を得るような体制を整えていくべきである。

(2)基礎研究を実施する機関・研究者の欠如或いは減少

今後、技術開発力を武器にしていくためには、土木界においても、その競争力のベースとなる基礎研究の開発を進めていかなければならないが、日本国内における厳しい財政状況を背景にした公共事業抑制等の影響により、長期的な視野で基礎研究を行う機関が減少していることも事実である。

たとえば、国立研究所が独立行政法人化し、基礎的研究や、長期戦略に基づく研究を実施する機関が失われたことで、長期的な技術開発力の減退が懸念されている。またそれに伴い、行政機関と研究機関の関係が希薄化し、実務と研究、双方に関わる組織がなくなってきたことも技術力の向上にとっては問題である。さらに、前述（【課題 7】(2)）の通り、民間の建設会社はそれぞれ所有する技術研究所の取り組みの中で、これまで基礎研究の充実に一役を担ってきたが、厳しい経営環境、研究開発に対する投資削減のために、経営上利益が確実でない基礎研究でなく、実用的・短期的な研究を重視せざるを得なくなっている。

今後一定の機関を、長期戦略に基づく研究開発機関、あるいは技術継承を担う研究開発機関と位置づけるなどの対応が必要であり、特に、民間に委ねた場合に研究開発体制に継続性が無くなる分野をフォローしていくことが求められる。たとえば、防災対策については、災害があれば技術が進歩するが、時間の経過とともにそれも風化しがちであり、特に民間に委ねておけば、研究開発体制に勢いが無くなる。こうした分野を特定し、土木界として役割を明確にしていくことも必要である。

【課題 12】《土木界の魅力低下による優秀な人材の減少》

若手技術者等から見た土木界に対する魅力が低下し、優秀な技術者が集まらなくなっている。

(1) 学生等から見た土木界に対する魅力の低下

高度成長期以来、繁栄を誇ってきた建設業が、構造不況業種と言われ、就職先に敏感な受験生たちの土木工学分野への志願が低下している。

わが国の公共投資額が減少し、その内訳も新規投資余力がほとんど見込めず、また魅力的な大規模プロジェクトも減少し、今後は維持補修や更新への投資がほとんどとなる。さらに工事量の減少から大学新卒技術者の需要自体も減少することが想定されているが、こうした将来の状況を察知した学生達から見て、土木界に対する“魅力”が低下し、結果として、土木界に対する志願者数の減少と入学生の学力レベルの低下といった問題点を抱えるようになってきた。さらには、大学全般についての問題ではあるが、少子化の進行にともなう18歳人口・受験者人口の激減が予測されており、これまで以上に人材の確保が難しくなることは明白である。

また、他の産業界との比較においても、産業界全体がグローバル化・情報化・ソフト化が進んでいるのに対し、土木界は、国内市場におけるハード技術による価格競争を中心としており、新卒技術者から見た魅力が低下している面も否めない。

こうした状況をふまえ、産業界全体の中で、相対的に土木界の魅力を高めていく方策を、戦略的に検討していく必要がある。

(2) 土木界本来の魅力の認識不足

土木界に実際に従事する技術者達についても、土木界の魅力を感じられるような環境づくりも重要である。

建設の規模と量の拡大が求められた時代には、土木技術者の役割はある意味分かりやすかった。土木を志した技術者は、社会から要請される道路、ダム、長大橋、鉄道等の社会基盤の整備に対し、学校で専門基礎の知識を学んだ後、企業等において建設工事の最前線に投入され、実践によって専門の知識や社会的な経験を増進させ、技術者能力を高めてきた。

現在では、こうした価値観は変化を遂げ、社会が土木技術者に対する要請も変化し、自然現象、環境、文化、歴史、心理的影響など、より広い視点が技術的判断に不可欠となり、総合的な技術力を発揮することが必要とされている。

一方、若年技術者は、建設市場の規模縮小、利益重視等により、少数の要員で日常の仕事に追われており、本来土木技術者が社会から何を要請され、何を目的に個々の技術力を高めていくべきか、その認識が不足しがちである。また、各技術者は、技術が専門化・高度化するに従い、自分の担当する生産プロセス以外に関する知識や経験が少なく、技術範囲が“狭く深く”なっており、こうした環境も、土木界本来の魅力を認識できなくなる背後的な要因となっている。

【課題 13】《土木技術者の国際競争力向上の必要性》

土木技術者の国際競争力を高める必要がある。

(1)国際土木市場における競争力の不足

日本国内の土木関連投資が縮小傾向にある一方、海外での土木関連投資は、特に経済成長の著しいアジア諸国で伸びており、土木技術者としては、ビジネスとしての成立性が確保されることを前提に、こうした国際市場に目を向けていく必要がある。

例えば、土木関連投資が伸びている開発途上国では、環境問題等が顕在化しており、これまでの日本のインフラ整備の中で経験した事象と似ている面が多く見られる。これまで日本が蓄積してきた技術、ノウハウ、経験を活かし、更なる新技術開発に結び付けていける可能性がある。

しかしながら、施工技術や一部の理論研究においては国際水準に達し世界をリードしている技術や研究が見られるが、あくまで要素技術に留まり、プロジェクト全体として国際競争に勝ち残り利益を確保しうるような総合的競争力を、日本の土木界は持っていない。その問題点としては、下記のような例が挙げられる。

- ・ 自然災害防御や水資源開発のような自然現象に関する資料が継続活用できていない。
- ・ 日本の土木技術を適用するにあたって、国際市場からの要求全般に対応する力が無い。
- ・ 国内の業務形態が国際ルールに沿っていないため、国際ルールでの業務経験が国内でできない。
- ・ 日本の建設コンサルタントが、国際市場において国内ほどの存在感が無い。

今後、国内での守備範囲を広げることにより、国際市場での活躍の場を広げ、また国内外の活動を相互に乗り入れる必要がある。施工などのハード技術そのものは、国際社会でも高く評価されていることから、その優れた建設技術が国際社会で十分に活用されるためには、マネジメントシステムやコスト競争力の強化に取り組むことで可能性が広がる。

計画分野においても、今後、東アジアでは国際交通の拡大が想定されることから、特に空港、港湾など国際交通インフラ分野の国際競争力向上が必要である。

(2)国際市場で活躍する人材の不足

海外プロジェクトを進める土木技術者については、これまで技術者達に蓄積された経験が、個人の経験にのみ蓄積されており、国際的な土木技術者の育成システムとしては十分に機能していない、という指摘もある。

また、研究面についても、日本の技術力が世界に注目されるようになったと言われて久しいが、欧米の伝統を破るほどの突出した成果は一部を除いてわずかであり、論文の引用も少なく、国際競争力が十分であるとは言えない。国際学会に出る研究者の数は多いが、会議を主導したり、論破できる研究者は限られており、英語力も圧倒的に弱い。

こうした研究者の育成面でも課題が多いと言える。

4. 技術力の維持と向上のための提言

4.1 技術力の維持・継承のために

技術力とは、技術を活かせる能力や技術的判断能力のことであり、これらを基に問題解決や目的達成ができる能力である。これらの能力は、科学的知見と経験によって形成・熟成されるものであるが、現在は公共事業縮小の中、新技術を必要とするプロジェクトや大規模プロジェクトが減少してきている。また、事業自体も既設建造物の維持管理事業が増加してきている。このようなことを背景に、リストラによる企業の技術者減少や研究機能の縮小、業務のアウトソーシング、公団の独立法人化や民営化、国立研究機関の独立法人化、土木系学生数の減少なども進み、技術力の維持・継承が難しくなっている。21世紀はこれまで膨大にストックされた社会資本の維持管理・更新が重要になっており、これまで培ってきた技術力を継承していかなければ、社会に対して安全・安心な社会資本を提供できなくなることは自明である。すなわち、このような時代だからこそ、世代や組織を超えた技術力の継承と高度化を図るための長期的な戦略が必要と言える。

技術力の維持・継承のための対策について、アンケート調査で得られた回答も踏まえて、技術力継承のためのキャリアパスや仕組み・システム、技術力向上のための発注形態や技術評価システム、大学教育と研究体制、技術の海外への展開、社会への情報発信をキーワードにしてまとめる。

【提言1】《多様性・選択性キャリアパス制度の構築》

計画、設計、施工、管理の各段階の実務を経験できるキャリアパス制度を構築し、キャリアパスにより得られた技術者個人の技術レベルを明示・評価する。

(1)多様性・選択性キャリアパス制度の構築

現代の土木技術者には、総合的なプロジェクトマネジメント技術を身につけることが求められているが、特に中央官庁の発注者はプロジェクトの遂行と人事異動のペースとが合っておらず、プロジェクトの着手から完成まで携わることができないため、プロジェクトマネジメント技術を身につけるようなキャリアパスではない。地方公共団体の技術者では技術力を継承・向上するためのプロジェクト自体がなく、技術的な経験すらできないケースもある。また、建設コンサルタントの技術者は実際の施工を知らないで設計業務を行っており、最適な設計ができるようなキャリアアップができていない。ゼネコンの技術者は設計を知らず、施工自体も専門者にアウトソーシングする傾向にあり、現場感覚が養われない状況にある。

このような状況の中で効率的な技術力の維持・継承をするためには、産・官の組織を超えた官・官や官・民、民・民間での交流により、計画、設計、施工、管理の各段階の実務を経験できる制度を導入する。官・官交流では、中央官庁と地方公共団体や地方公

共同体間の技術者をプロジェクト対応で人材を交流する。特に、最近官公庁の技術者に要求されているパブリックインボルブメントやアカウントビリティに適切に対応する能力が要求されてきており、このようなマネジメント能力を交流により習得する。また、プロジェクトによっては計画段階から完成まで全体を経験させるような人事異動制度を導入する。民・民交流では、JR各社が土木技術者を研修の形で交流を図り、鉄道土木に関する技術レベルの維持・向上を図っている事例もある。

設計者は、建設コンサルタントでは、施工管理者あるいは検査員としての、ゼネコンなら設計施工案件の施工担当者としての社内外の交流を行うことにより、自身が設計した構造物の施工状況を確認することで自身の設計能力の向上を図る、といったような社内研修キャリアパスの構築と実施が必要である。

(2)技術者個人の技術レベルの明示と評価（技術者データベースの構築）

前述したようなキャリアパスで育成された技術者のキャリアと能力を適切に評価し、このような技術者を適切に活用することは、社会に対して安全・安心な社会資本を提供する意味で重要である。このためには、技術者の資格制度の充実とインセンティブの付与を検討しなければならない。土木学会技術推進機構の技術者資格制度、継続教育制度は、まさにこの役割を担っている。特に、技術者資格制度は、技術者個人の専門分野の技術力を適切に評価するシステムであるし、継続教育（CPD）制度は、技術者の技術力維持・向上を明示できるシステムである。資格者のインセンティブについては【提言3】を参照のこと。

技術推進機構の制度である技術者登録制度は、このような技術力のある技術者の有効活用を目的に実施されているが、今現在の活用は十分ではない。国土交通省のCORINSは技術者の工事实績は登録されているが、今後は保有資格、専門分野、業務実績、論文投稿実績、受賞実績、社外活動（委員会、研究会などへの参画・貢献）、CPD記録なども含めた技術者のデータベースを作成し、開示することで、技術者個人の技術レベルを明示するとともに、客観的な評価を与える。このことで技術者の流動化も促進させることができる。

【提言2】《技術伝承の仕組み・システムの構築》

伝承すべき技術を伝える仕組み・システムを構築する。

社会に対して安全・安心な社会資本を提供することを前提として、世代や組織を超えて残すべき技術や向上させるべき技術と継承する必要のない技術の峻別を行う必要がある。その上で、伝承すべき技術を伝える仕組み・システムを構築する。このような仕組みやシステムは、事業計画者・発注者、建設コンサルタント、建設業、学会などの組織を超えた仕組みとする必要がある。

(1)構造物データベースの構築

技術を共有する有効な手段として、データベースの構築が考えられる。構造物の設計図書や施工記録、不具合やトラブル、事故の記録をデータベースとして蓄積し、必要に応じて直ぐに引き出して活用できるようにすることは重要である。また、ベテラン技術者のノウハウや知識、すなわちナレッジを収集・体系化することで、いわゆる「暗黙知」を「形式知」に変え、技術力の維持・継承を図るとともに、スパイラルアップしていくことも重要である。

(2) マニュアル依存からの脱却

マニュアルや設計・施工指針などの整備は有効な方法のひとつと言えるが、マニュアルを重視するあまり、技術の本質を理解する努力が薄まり、結果として技術の発展が阻害されたり、それを越えた課題に対応できなくなる可能性もある。マニュアルを超えたところにこそ、技術者としての価値があるとの認識は常に意識する必要がある。【提言1】で示したキャリアパス制度を活用することで技術の本質を理解した技術者を育成する。

(3) 技術力の継承・高度化を図る組織

技術を維持する組織、ベテラン技術者の活用による技術支援や教育の場を設置することも効果があると考えられる。具体的には、本州四国連絡橋公団の長大橋技術センターやJR東日本の構造技術センターのような技術を継承・高度化する組織、OJT研修などによる技術者養成機関、ベテラン技術者の活用による技術支援や教育、技術伝承の場も必要である。このような観点で、たとえば独立行政法人 土木研究所や財団法人 国土技術研究センターなどの機関にこの役割を期待することも検討すべきである。適切な事例ではないかもしれないが、伊勢神宮では正殿他の建物を20年に一度構築し遷宮することで、1,300年以上もの間、宮の設営技術を守り伝えており、これにより風水害や火事により建物が喪失されても復元が可能なシステムができあがっている。

【提言3】《技術伝承を視野に入れた生産システムの再構築》

分散している技術力を集中させた生産システムを構築し、技術力の維持・継承と高度化を図る。

(1) 事業の計画・設計システムの再構築

発注機関や事業者間では技術に関する連携がほとんどないことから、道路・鉄道・電力の計画・設計技術や施工技術は個別に維持している。たとえば、ダム計画・設計技術は、国土交通省や水資源機構の中央官庁、地方自治体、さらに電力各社で個別に保持しているが、特に電力会社では新規の水力発電の計画が少なくなっており、これに伴い技術力のある技術者がその能力・特性を生かせないセクションに異動しているケースもある。これでは、技術力の維持ができないばかりか、優秀な技術者を適正に活用しているとはいえない。

一方、鉄道の計画・設計についても同様であるが、整備新幹線等の計画や施工技術・

ノウハウについては独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構にその機能を移行したり、東京都の地下鉄計画・設計技術を東京都地下鉄建設株式会社に移行して技術力の維持を図るなどの動きもある。

このように分散している技術力を集中させることで、技術力の維持・継承と高度化を図る。たとえば、ダム計画・設計技術は財団法人 ダム技術センターに集約し、電力会社も含めたダム技術者がここを母体として、実務を通してその技術力の維持・向上を行うことも検討していく必要がある。

ただし、集約しない方がよい技術力もある。たとえば、既設構造物の維持管理技術は、構造物の種別や環境により対応が異なるため、施設の管理部門レベルで技術力を維持・継承した方がよいとも考えられる。同様の観点で、集約すべき技術力と分散させた方がよい技術力の峻別も必要である。

(2)設計・施工システムの再構築

大手の建設コンサルタントやゼネコンでは、他社に差別化されないようにあらゆる工種の設計や施工に対応する技術力を保持するとともに向上させてきた。しかし、今後、土木建設事業が縮小し、プロジェクト自体が減少していく現状では、同様のシステムで優秀な技術者を適正に活用することは難しく、共倒れによる技術力の喪失にも繋がる可能性もある。

このため、経営上の課題や発注形態、施工実績・技術力の適正な評価などの課題もあるものの、たとえば、このようなことが危惧される工種については、各社が共同出資する設計会社や施工会社を設立し、ここに技術者を集約することで技術力の維持・継承と高度化を図ることが考えられる。

【提言 4】《技術力を評価した入札制度の導入》

技術力を評価して受注者を選定する入札方式を導入する。

(1)技術力評価型入札

公共事業は、価格一辺倒から価格と技術の両面に優れた調達を通じて公共工事の品質を確保する方向になっており、「公共工事の品質確保の促進に関する法律案」が議員立法として国会にも提出された。現在でも、技術を考慮する入札システムとして総合評価落札方式が実施されており、国土交通省だけでなく、公団や自治体にも広がっているものの、価格に対する技術提案の占める比率が小さい。この法律案は技術の比率を大きくして、民間企業の技術力を積極的に評価・活用することで、公共工事の品質確保を図るものである。しかし、このためには、発注者は受注希望企業の技術的能力の審査を行うこと、企業からの技術提案の審査・評価を適切に行うこと、企業の施工履歴や工事成績の保存・活用が必要になる。

技術力の評価を可能とする入札方式の導入により施工の自由度を拡大するとともに工

事実績の適切な評価による信賞必罰制度の拡充などにより、組織や技術者を通しての技術力向上へのインセンティブを付与する仕組みを確立する。このような観点で、多様な発注方式（技術提案型、設計施工、性能規定型発注など）の採用、発注ロットの大型化、JV契約の見直しを行う。性能発注では、性能評価を第三者機関により審査するシステムも必要であり、ドイツの照査技術者制度などを調査して、我が国に適切なシステムとして取り入れることが考えられる。

(2)個人の技術力評価・技術者データベース

技術力は技術者個人に依存することから、技術力評価は個人の技術的知見と技術的判断を評価するシステム、たとえば技術者資格を発注要件あるいは管理技術者要件とするようなシステム、技術者個人のCPD記録の明示システムを構築する。技術者を評価するためには、【提言1】に示した技術者データベースを有効活用することが考えられる。

(3)新技術の採用

新技術を適切に評価し、公共工事へ新技術や特許などの独占技術を採用できるような発注制度を確立する。

【提言5】《大学教育プログラムの見直し》

大学教育では基礎学力の向上と、これを踏まえた上でのマネジメント教育や現場教育を重視した総合技術力を養成する教育を行う。

(1)大学教育プログラム

大学では先端的な研究や応用研究が重視され、相対的にもうひとつの機能である土木工学の基礎的な教育への取組みが十分になされていない。また、社会のニーズは多様化、複雑化が進んでおり、建設プロジェクトもそのニーズを受けて多様で複雑なものにならざるを得ず、当然、土木技術者には、総合的なプロジェクトマネジメントの技術を身につけることが求められている。

大学などの教育機関においては、土木工学の基礎技術力を習得させ、さらにその上で、コストやリスク、経営などのマネジメント教育や現場教育を重視して総合技術力を養成する教育を行う必要がある、このような観点で教育の体系化を図ることが望まれる。特に、大量にストックされた社会資本の維持管理の観点から、アセットマネジメントやライフサイクルエンジニアリングの教育が必要である。

(2)研究体制の連携

研究機関での基礎技術の研究・開発体制を充実させ、今後必要になる研究や技術開発を推進する。この時、大学の研究機関と土木研究所などの国の研究機関、さらに民間の研究機関との連携・役割分担も重要である。このような研究体制ができるシステムの構築も重要である。

(3) インターンシップ制度

昨今の社会情勢から、即戦力となる技術者の供給が要求されているが、設計や施工などの実務教育がほとんどなされておらず、社会の受入側でこのような教育を実施するために多大な費用と時間を費やしている現実がある。また、社会人になってからも、【提言2】で述べたとおり、マニュアルやコンピュータを重視するあまり、キャリアパスの中で技術の本質を理解する機会が少ない。

このようなことから、学生の企業研修（インターンシップ）や一定期間社会人を経験してから大学での再教育（ドクターコースなど）を制度化することで、設計・施工の実務知識の習得や実務の経験の学術的な裏付けをすることで人材の育成を図る。

【提言6】《社会への情報発信》

土木業界からの社会への情報発信などの双方向のコミュニケーションによる社会からの理解を得る活動を推進する。

(1) 情報発信の必要性

最近、公共事業を取り巻く環境の変化の中で、国民の合意形成が重要になり、いわゆるパブリックインボルブメントやアカウンタビリティといった考えが導入され始めた。国土交通省では2003年6月に「国土交通省所管の公共事業の構想段階における住民参加手続きのガイドライン」や2003年10月に「公共事業のアカウンタビリティ向上を目指して」を相次いでまとめている。また、公共事業の効果（費用便益分析）を社会に提示することも求められている。このような社会との双方向のコミュニケーションを通して、公共事業を意義や重要性を理解してもらう努力も重要である。このような社会への情報発信が少なかったことが公共事業への誤解を生んでいたことは否めない。

(2) 土木学会の取組みの現状

従前から土木学会では1987年に「土木の日」を制定し、毎年現場見学や展示会などの各種イベントの開催を通して、広く社会に土木技術や事業に対する認識と理解を深める活動をしている。また、「JSCE2005 - 土木学会の改革案 - 」では、社会への貢献と連携機能の充実を目指し、社会とのコミュニケーション機能の確立と国民的課題となっている土木技術や社会資本のあり方にかんする回答機能の確立のための方策を提案・活動している。さらに、ホームページ上に「情報交流サイト」を開設し、一般社会と学会や会員、あるいは会員同士の情報の受発信機能も強化している。

(3) 発注者・施工業者の取組み事例

国土交通省東京工事事務所が日比谷共同溝工事で、市民向け公開イベント「東京ジオサイトプロジェクト」を開催し、2度のイベントに約2,800人の一般市民の方が参加し、ホームページへのアクセスは1,000万件を超えている。また、日本土木工業協会の「100

万人の市民現場見学会」は建設会社が社会に情報公開できることとして、2002年11月から全国で実施されており、2年間で50数万人もの方々へ現場見学の場を提供している。このような地道な努力により、マイナスイメージの払拭と公共事業への理解を社会へ広げる必要がある。

4.2 技術力向上・技術開発のために

技術開発を継続し新たな技術を生み出すことで技術力の向上も図ることができると考えられるため、技術開発の推進に向けて、以下の提言を行う。

【提言7】《技術開発投資の効率化・重点化》

次世代に向けた長期的な技術開発目標を設定し、それを実現するために技術開発投資の効率化および重点化を図り、基礎的・長期的研究開発を推進する。

(1)技術開発投資の効率化、重点化の必要性

日本国内における厳しい財政状況を背景に、公共事業が抑制されるとともに、社会資本整備が成熟段階を迎えたことにより、大型プロジェクトが減少し、公共事業が停滞している。こうした状況の中、発注者側も請負者側も、長期的な技術開発の目標がたてにくくなっており、技術力向上や研究開発の機会が失われつつある。

従来は、大型プロジェクトを実現する過程で、新たな技術が開発され、それを通して、技術者が経験を積み、請負者側のみならず、発注者側の技術者も含めて、土木全体として、技術力の向上が図られてきた。

しかしながら、公共事業の削減により、こうした機会が減少するとともに、新規の技術開発への意欲が損なわれていることは否定できない。

また、新たな技術開発を実施するにあたっては、限られた費用と人員の中で、効率的に開発を実施することが不可欠となっており、技術開発投資の重点化が必要となっている。

(2)長期的な開発目標および体制の提案

このような現状に対して、産官学の土木技術者が集まる団体としての土木学会の役割はきわめて重要であり、土木学会が中心的な役割を担って、長期的な技術開発の目標を設定し、それを実現するための研究開発体制を提案することが有効と考えられる。

そのためには、まず、土木学会において、技術開発成果を含めた過去の社会資本整備の歴史を体系的に整理するとともに、将来の我が国において何が必要とされているかを十分に議論し、それをふまえた上で、世代を超えた社会基盤整備の戦略を構築するとともに、限られた費用と人員を効率的に活用して重点的な開発投資を行うことを念頭に、今後の技術開発の方向性を示す必要がある。

【提言 8】《研究・開発体制の再構築》

産官学それぞれにおいて、現状の研究・開発体制を見直し、役割分担を明確にして、効率的な技術開発を推進できる体制を構築する。

(1)産官学の役割分担の明確化

産官学それぞれにおいて、現状の研究・開発体制を見直し、役割分担を明確にして、効率的な技術開発を推進できる体制を構築し、限られた予算の中で、できる限りの研究・開発を進める必要がある。

このためには、産官学の技術者の集団である土木学会が主導的な役割を担い、体制の提案等を行っていく必要がある。

(2)共同研究の推進

たとえば、国及び民間の研究所と大学が連携し、あるテーマに対して役割分担を明確にして開発を進めることで、それぞれの利点を生かした効率的な研究開発が実施できるとともに、次代を担う学生及び若手技術者の教育もあわせて可能となるのではないだろうか。

この考え方を進めれば、公共工事の発注にあたっては、官民の共同研究の成果を積極的に取り入れることが考えられる。

また、注目を集めるプロジェクトにおいては、積極的に新技術を採用することを目的に、民間及び大学との共同研究を進めることが考えられる。

(3)研究者の処遇等

特に公共機関において、研究者の処遇改善を図ることで、研究・開発を進めやすい環境を整備することも必要である。

技術者の側からは、それにこたえるための自己研鑽が必要であり、教育、特に講習会参加等の継続教育の義務化も必要となってくる。

【提言 9】《新たな課題に応える技術開発》

コスト縮減、構造物等の長寿命化あるいは維持管理の効率化といった、新たな課題に応える技術開発を推進する。

(1)コスト縮減に向けた技術開発の必要性

厳しい財政状況の中で、公共事業が抑制されている我が国においては、限られた予算の中で事業を実施するために、コスト縮減が非常に重要であり、この課題に応えるために、あらゆる分野においての新たな発想に基づく技術開発の必要性がいわれている。

また、新規の大型プロジェクトの実現にあっても、従来技術の延長線上ではなく、新たな発想に基づいた構造物の設計・施工手法を開発し、大幅なコスト縮減を図ることが必要とされている。

たとえば、長大橋の分野では、本四連絡橋の建設で蓄積された技術を活用するものの、上下部工の設計・施工すべてについて新たな発想からの大胆な見直しを実施し、明石海峡大橋までの従来技術に比べて、3割～5割のコスト縮減が可能となっている。現在、さらなるコスト縮減と、利便性の向上、さらには、中小規模の橋梁のコスト縮減への応用を目標に、調査を継続している。

これは、橋梁分野での例であるが、他の分野においても、事情は同様であると考ええる。

(2)効率的な維持管理及び構造物の超寿命化に向けた技術開発の必要性

一方、高度経済成長期に建設された多くの土木構造物については、建設から相当期間が経過し、今後、大規模な補修あるいは施設の更新が、ある限られた期間に大量に必要とされることが、予測されている。

しかしながら、新規の社会資本整備の費用が抑制される中で、既設構造物の補修・更新についても、十分な予算が確保されることは考えにくいため、現在ある構造物を、限られた予算の中で、大規模な更新をさけるために、長寿命化を図る必要があり、そのためにも、効率的な維持管理を実施していく必要がある。

構造物等の長寿命化あるいは維持管理の効率化に向けての技術開発は、従来も各機関である程度は実施されているが、比較的新しい課題であり、国全体の課題として認識し、産官学が共同して、技術開発を実施することで、新たな技術開発を実施していく一助となると考えられる。

【提言 10】《技術開発を推進するインセンティブの働く契約方式》

技術開発を推進するインセンティブとして、技術提案型等、技術力を加味した入札方法を大幅に採用する。

(1)技術開発成果が正当に評価される環境の形成

従来の我が国における技術開発は、請負者の研究所での自主的な研究開発に頼る部分が多かったにもかかわらず、研究開発の投資回収メカニズムが未確立であり、また、新技術に対する評価不足も指摘されていた。

公共事業に十分な予算が確保されている時代には、請負者の利益で研究開発費用を負担することが可能であったが、現在のように事業が縮小されている中では、従来の仕組みでは民間会社が研究開発費用を負担することは困難となっている。

このような現状をふまえると、国全体として、公共事業の調達的前提に、技術力向上と新規技術の開発をおくことが必要であり、技術開発の成果が適正に評価され、投資の回収が可能な環境を作ることで、企業の技術開発への投資意欲が回復し、新たな技術開発が促進されることが期待される。また、派生的な効果として、健全な競争性のある市場が形成されることが期待される。

(2)入札制度等の改善

具体的には、公共工事の発注にあたって、従来のように実績及び入札価格のみを重視するのではなく、新技術の開発、コスト縮減の可能性、環境への配慮等の「技術力」を加味した評価により受注者を決定する仕組みを構築するとともに、新技術の採用によりコスト縮減や工期短縮が可能となった場合には、受注者にメリットのある仕組みを構築する必要がある。

ただし、新技術採用にあたっては、入札の公平性及び透明性が損なわれないように配慮することが必要である。

そのためには、発注者側の技術審査能力を向上させ、発注者側の技術者が新技術を適正に評価できるだけの技術力を持つことが必要となってくる。

また、中立的な第三者機関による、技術評価システムの構築も有効である。

さらには、新技術を提案した企業への工事評定における配慮、税制面での優遇措置といった、新技術開発のためのインセンティブの付与が必要とされる。

(3)データベースの構築

また、新技術が積極的に採用されるためには、それを活用するための、新技術に関するデータベースや技術を活用するための支援システムの構築と普及が必要である。

【提言 11】《技術力の海外展開》

我が国の技術を海外プロジェクトに展開する機会を確保するための環境整備を行うとともに、国際的に通用する技術者の確保と育成を行う

(1)海外展開に向けた環境整備

海外、特にアジアの近隣諸国では、道路や鉄道、上下水道などの社会資本整備のニーズは極めて高く、土木技術の先進国である我が国の技術が必要とされている。特に、我が国のプロジェクトを通して蓄積してきた長大橋や高速道路、新幹線、地下鉄、発電所などの計画、設計、施工技術やノウハウは必要とされているし、このような貢献をすることが国益にもなっていると思われる。よって、海外プロジェクトに展開するような機会を確保する環境整備を行い、保有技術を有効に活用する。このために、海外技術者の育成や技術基準や規格を統一することで国際競争力を強化すること、我が国の建設産業の構造、たとえば、発注形態や契約方式などを世界に通用するシステムにすることも必要である。

(2)国際的に通用する技術者の確保と育成

国内市場が限られている中で、海外プロジェクトに参画することは、技術力の継承のみならず新たな技術開発を実施するよい機会となる。

そのために、技術力はもちろんのこと、語学力を含む意思疎通能力、マネジメント能力に優れた技術者の確保が必要であり、そのような技術者を育成するための教育体制の構築が必要である。

4.3 技術力の維持と向上のための提言のとりまとめ

以上「4.1」「4.2」で述べたそれぞれの提言について、「学会・学」「官」「民」のそれぞれの立場で実施することが望まれる施策を表 4.3-1 に整理した。

表 4.3-1 各立場ごとに今後実施することが望まれる施策

	学会・学	官	民
提言 1 多様・選択性 キャリアパス 制度の構築	資格要件の付与 ・技術者資格制度の充実 (現場経験、異業種業務 経験の評価等) ・技術者資格の国際相互 承認 ・継続教育プログラムの 提供 人事交流の促進 ・異業種間の交流 ・産学官の連携 人事異動の促進 ・異業種間の異動の促進 ・同業種間の異動の促進 教育・研究者の異動	人事交流の拡大 ・官民の人事交流の拡大 ・国と自治体との人事交 流 ・自治体の広域交流	異業種間交流の拡大 ・官民・民間の人事交流 教育の場の設定 ・社内技術研修、企業研 修制度(インターンシップ) ・実務経験者による講習 適切な評価と報酬のリン ク
提言 2 技術伝承の 仕組み・シス テムの構築	各種データベースの整備 技術支援センター(仮称) によるベテラン技術者の 活用	各種データベースの整備 ・トラブル、事故の公開制 度、データベースの創設 ・土木構造物の全情報の データベースの構築 ・橋梁カルテの整備 ・施工記録、維持管理記 録のDB化	設計・計画業務における 解析・計算ソフトの適切 な活用 設計・積算・施工の一貫 した実務経験 設計・研究・施工部門へ の計画的な人事異動 研修の充実 ・研修の義務化 ・講習会の実施 ・現場技術の重視 ・マネジメントコスト・リス ク・経営)教育の実施 ・OJT の積極的推進 ・若手技術者の経験の重 視
提言 3 技術継承を 視野に入れ た生産シス テムの再構築			企業再配置、統合など による継承すべき技術分野 の技術者の確保 海外などの新しい市場の 開発
提言 4 技術力を評 価した入札 制度の導入	提案審査等、技術力評価 制度推進の支援	技術力を加味した入札方 式の大規模な採用 ・技術提案型発注の拡大 業務・工事成績評価の拡 大	

		<p>LCC での入札制度の導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ・LCC を評価する技術の開発 <p>検査の充実</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機械検査の導入 ・原価管理をチェックするしくみの導入 ・不可視部分の点検手法の開発 ・第三者の照査 <p>新技術を斡旋できるシステムの構築</p>	
提言 5 大学教育プログラムの見直し	<p>大学における基礎技術力の重要性の認識強化</p> <p>実習等現場教育の重視 マネジメント（コスト、リスク、経営等）教育の実施</p>		
提言 6 社会への情報発信	<p>公共事業に対する理解の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イメージアップ ・技術者個人のやりがい、達成感の確保 ・国土的スケールの社会基盤施設が、国土のネットワーク化、国力の増進を確実に進展させている事の実証 検証 <p>土木技術の重要性の PR</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国民への PR ・小中高生への PR 	<p>公共事業に対する理解の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イメージアップ ・労働環境の改善 ・環境事業によるイメージアップ ・人口減少を踏まえた社会基盤整備の再構築を目指す施策の実施 ・国土的スケールの社会基盤施設が、国土のネットワーク化、国力の増進を確実に進展させている事の実証 検証 	<p>公共事業に対する理解の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イメージアップ ・労働環境の改善
提言 7 技術開発投資の効率化、重点化	<p>技術開発の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中立機構による技術評価システムの確立 <p>技術開発目標の提示</p>	<p>技術開発の促進</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発技術を的確に評価できる技術者の配置 ・提案提出負担の軽減 ・新技術導入フィールドの斡旋システムの導入 ・瑕疵担保の導入 ・技術開発に対する低利の貸付制度の活用 ・業務・工事発注単位の大型化 ・認定と施工をセットにした技術開発システムの導入 ・税制面での優遇 ・登録要件、試験フィールド制度の採用要件の緩和 ・アイデア提供者と具体化企業のための情報流通システムの構築 ・有識者をアドバイザーとして登用 	技術開発の促進
提言 8 研究開発体制の再構築	<p>他学会との連携</p> <p>基礎研究の充実</p>	<p>観測体制の充実（データの整備）</p>	<p>研究者の適切な評価と処遇改善</p>

	表彰制度の充実 ・プロセスにおけるユニーク性を対象に ・「汎用性」「将来性」を対象に	官民共同研究の推進	官民共同研究の推進
提言 9 新たな課題にこたえる技術開発	事故、災害リスクの評価手法の開発		簡易的・直感的な設計手法の開発 施工段階から設計基準作成へのフィードバック 構造物の延命技術の開発 ・補修技術 ・コンクリートの診断技術の確立 ・メンテナンス技術の開発 ・橋梁の超寿命化技術の開発 IT 技術の活用 設計工程の省力化
提言 10 技術開発を推進するインセンティブの働く契約方式		多様な発注方式の導入 ・技術提案型 ・性能規定型発注方式、DB、ユニットプライス等の導入 ・技術提案重視の入札方式の活用による新技術提案機会の拡大 ・工期短縮に対し受注者にメリットのある仕組みの導入	
提言 11 海外展開と国際的に通用する技術者の確保と育成	海外学協会との交流促進 技術基準・規格の国際化 国際的に通用する技術者教育プログラムの構築、認定	海外展開の支援	海外プロジェクトの確保による技術力発揮機会の確保

5. 技術力の維持と向上のためのアクションプラン

表 4.3-1 に整理した各立場ごとの今後の施策のうち、特に優先度の高いものについて、具体的なアクションプランを示す。

5.1 人事交流の促進に関する要請

行動主体	土木学会（官及び民にも要請）
行動内容	<p>（学会自らが）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・産学官の連携により、人材の流動化を促進し、土木界全体を異動することができるような技術者を活用し、個人の能力を活かせる人事交流の仕組みを提案するための組織（小委員会等）を設立し、検討を行う。 <p>（学会から官に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学会の検討組織の答申に基づき、「国 自治体」「自治体 自治体」「官 民」の人事交流の制度を公式に位置づけるよう、国土交通省と自治体に要請する。 <p>（学会から民に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学会の検討組織の答申に基づき、「官 民」「民 民」の人事交流の制度を位置づけるよう、民間の各協会に要請する。

5.2 技術支援センター（仮称）によるベテラン技術者の活用・技術情報の蓄積

行動主体	土木学会
行動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・官・民との協力のもとで、土木学会内に「技術支援センター」（仮称）を設立し、高い土木技術を有するベテラン技術者のデータベースを作成し、技術的な支援の要請に対してベテラン技術者を派遣できる仕組みを構築する。 ・ベテラン技術者は、例えば土木学会認定特別上級技術者や、それと同等の技術力を有すると各組織が推薦した者を対象とする。 ・ベテラン技術者の教訓、ノウハウを、分野ごとにデータベースとして蓄積する。 ・ベテラン技術者のオーラルヒストリーを作成する。

5.3 土木界の魅力の向上

行動主体	土木学会
行動内容	<p>(学会が)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・学会の透明性を高めるために、外部理事の制度を導入する。 ・個人のやりがい・達成感を確保するための方策として、人材の流動化の促進、個人の能力を活かせる人事交流の仕組みの導入、構造物の計画、設計、施工、監理等に関わった個人技術者の銘板の設置等を検討する。 ・構造物を対象とした表彰制度だけでなく、個人技術者の表彰制度も新設する。 <p>(社会コミュニケーション委員会が)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土木に対して定着してしまった社会からの不信感を払拭すべく、官・民に対して中立的な立場にある土木学会が、現在に至る経緯を総括し、今後官・民が取り組むべき課題と対策をまとめて、社会にアピールする。 ・不祥事、事故、災害が発生した際に、マスコミを通じて積極的にコメントを行う。 ・土木技術について市民とともに考える場として、土木技術のさまざまなテーマに関する公開シンポジウムを開催する。 <p>(教育企画・人材育成委員会が)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小中高校生に対して土木技術の重要性を教えるための教材と指導書を作成し、教育委員会の協力を得て各学校に配布する。

5.4 国内外の他学協会との交流促進

行動主体	土木学会
行動内容	<ul style="list-style-type: none"> ・科学技術に関する知識の共有や、共通の技術開発、共通の問題点の解決のために、科学技術に関連する他の学会との連絡会を設立し、定期的に情報交換を行う。 ・日本の土木技術の海外展開、国際的に通用する技術者の確保と育成のために、海外の土木関連の学協会と、委員会レベルでの交流を促進する。

5.5 技術開発の促進

行動主体	土木学会（官・民・学にも要請）
行動内容	<p>（学会自らが）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各分野における長期的な技術開発目標を提示する。 ・長期的な技術開発のための体制を提示する。 ・効率的、重点的な開発投資のあり方を提示する。 ・今後技術開発が必要なテーマごとに官・民・学の役割分担を明確にして共同研究を行う仕組みを構築する。 ・研究費用の負担方法を検討する。 <p>（学会から官・民・学に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・共同研究への協力を要請する。 <p>（学会から官に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・共同研究成果を今後の社会資本整備に役立てるよう要請する。

5.6 技術力を評価できる入札・契約方式の大幅な採用

行動主体	土木学会（官に要請）
行動内容	<p>（学会から官に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術力の評価を可能とする入札・契約方式を大幅に採用し、実績を適切に評価する信賞必罰制度を拡充し、新技術を提案する機会を拡大するなど、技術力向上へのインセンティブを付与する仕組みとなるよう、国土交通省と自治体に要請する。 ・代表的なプロジェクトでは、コンペ方式を導入し、審査員は土木学会から推薦する。このような方式の採用について、国土交通省と自治体に要請する。

5.7 大学教育の見直し

行動主体	土木学会（学に要請）
行動内容	<p>（学会から学に対して）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・JABEE の分野別要件の見直しを行い、設計教育を入れるよう、学に対して要請する。 ・基礎教育と応用教育（実習等現場に即した科目）をともに重視したカリキュラムの採用について、学に対して要請する。

5.8 海外市場への進出

行動主体	土木学会（官、民に要請）
行動内容	<p>（学会から官に対して）</p> <ul style="list-style-type: none">・日本の高い技術力を海外で活用してもらうために、技術力を重視した契約方式の採用を他国に対して呼びかけることを、外務省及び国土交通省に対して要請する。 <p>（学会から民に対して）</p> <ul style="list-style-type: none">・海外での競争力を高めるために、海外で通用する総合的な技術者を育成するよう、民に対して要請する。