

〔特別講演〕

構造物の製作、施工における諸問題

ー 建築設計 監理の立場から ー

株式会社日建設計 副本部長 多 田 英 之

（本会は土木、建築にまたがる諸賢の集りであります。私は主として建築の枠内で考えを述べさせていただき積りで居りますので、御諒解をお願いします）

総 論

近年、建築界に於て、設計と施工の両面にわたり可成り多くの問題点が指摘され改善の努力が続けられている。しかし、それが仲々問題解決には至らず社会環境の流動するままに益々複雑化し、混乱の度を加えつつあるのではないと思われる。

その問題点を挙げると、第1には、建築構造にとって最も重大な耐震性能向上の要請に対して、学術研究の成果と現実の設計技術の動向との間に或る種の断層が生じていることである。

第2に、コンピューターの導入に象徴される構造解析手法の進歩にもかかわらず、構造設計技術そのものの停滞が起っている。すなわち個々の構造部材や構成要素としての架構を解析する技術と、トータルに構造物をとらえて、その製作、施工における技術環境との関連の中で意思決定を行う能力とが同レベルのものでなくなってきた。この両者の遊離が問題である。

第3に、対象構造物の大量化、巨大化、複雑化に追従し得ず、製作、施工の現場における現実的管理能力（監理能力）の減退が起っている。

この傾向は設計事務所の監理能力のみにとどまらず、設計施工一貫体制をとるゼネラルコントラクターや、鉄骨のファブリーケーターにおいても同様のことが見受けられるのである。

以上のような憂慮すべき問題点をはらみながら、建設界は近年国家予算にも匹敵するほどの経済活動に成長した。その複雑きわまる大量生産機構の中では、設計者であれ、技能労働者であれ、マネージャーであれ、全体的な構造物の質的向上に対する彼らの個々の努力が、その奔流中に埋没するのは、極めて当然の帰結と云ってよからう。

これはまた、急激な成長下における多様化、巨大化の中で個々がたどる必然的分化傾向の現われであると考えてよからう。建設界は今後ますますこの弱点を強めてゆくのではないか。

かつては、建築家がいて、建設業者がいて、そして職人がいた。何十年か前の建築界は、永年磨き上げた一つの完全なシステムを持ち、それらをつなぐ慣習や個々人の技術上のモラルは、共通の価値観の上に見事な調和を保っていた。もちろん当時は、技術的にも経済的にも、現在とは比較にならない小規模な状態にあった事は否めないが。さて、現在の業界に見られる前記の問題点は、マクロ的に見れば、その混乱は脱皮のための苦悩の現われであるかも知れない。またミクロ的に見る場合は、各分野の著しい分化に伴い、専門意識が強くなったものと判断してよからう。それはしばしば専門以外に対する意識的無関心となって現われるものであり、ひいては困難なマネジメントとからの逃避、インターデインプリングな問題に対して見せる強いセクショナリズムとして具現されるものである。

最近の専門技能者の絶対的な不足と、省力化を推進するための機械化は、安易な技能者を続出させ、ますます職人氣質の低下を招いている。それが建築全体に存在した同業意識や連帯感に基づく共通の

モラルを喪失させたのである。この結果、製作上あるいは施工上での問題として、個々に捉えられるべき文化性との関連や、作業内容の著しい分化傾向に対する有機的、効率的な統合のシステムがまだ発見されず、試行錯誤を続けている現状が見られる訳である。

結論的に云えば分化や専門化の進行は自然の成り行きとして止めることは不可能だが、それらを有機的に統合するための機能は、自然に放置しては生れるものではない。それを期待するには、特別のエネルギーを注入し続ける必要がある。つまり統合の実を挙げるための最も重要な基盤は、共通の価値観に根ざすモラルに求めなければならないからである。従って、価値観が多様化した現代社会、とくに技術的良心が過度の経済的合理性追求の前に等閑視される風潮の下でそれを技術家に求める事は、過重の負担を感じさせるだけである。

そこで必要な事は、まず上記の実態を踏まえて、個々の持つ異なった価値観を超越する次元において統合の実が自動的にもたらされるようなシステムを創造することである。

抽象的論議を楽しむ以前に、現実の事態との対決にとり掛かるべきではないか。

1. 自己批判

まず自己批判から始めよう。製作と云い、施工と云い、その手法を決定づける要因は設計にある。ところがその設計の場においても最近、解析と設計との遊離が問題となりつつある。いわゆる計画指向型と解析指向型との分裂が生じ、具体的な実施設計や監理の問題を軽視する傾向が感得される。つまり、解析型にせよ計画型にせよ、安易なモデル化に陥り、対象構造物を正確、かつ論理的に把握しているかどうか疑わしいものが多くなっている事である。

だが計画も解析も、いづれも計算に支えられるものであり、計算は機械的なものである。その機械的なものを繰り返し、積み重ねの努力を費してこそ、機械的なものの中にひそむ真の機構が体得され、解析におけるモデル化の意味——手法としての基準や数式の有為性——を認識し得るのである。もちろん、このようなプロセスを必要としない高度の頭脳を備えた者がいない訳ではない。しかし大方の設計者の設計能力は、数字を追いつ具体的な詳細決定を行うことによって鍛えられ磨かれるものであることを忘れてはならない。機械的なものを具体的な詳細決定を、他にまかせ、一見高度な抽象概念世界に没入することは楽しいことである。而し抽象化と具体化は盾の両面であって片方を他にまかせ、自分は高踏的な態度をとることは、自らの基盤を危くすることを知るべきだろう。

構造物の設計に関する各部材の取合い、仕口、接合部は最も重要なものであって、しかも不確定要素が多く、モデル化のしにくいものである。鉄筋コンクリートの場合、柱梁の節点における現実の太さを持った鉄筋の納りと、母体としてのコンクリートの詰まり具合は、あらゆる構造、解析、計算を根底から支える条件となるものである。鉄骨鉄筋コンクリートに於ては、これらの関係は更に複雑化し、最も明快に捉えられるべき鉄骨構造に於てさえ、未だに接合部ディテールに関する不安は解消されているとは云い難いようである。

設計者は、自己の作成する設計図、仕様書がどこまで明快に施工上の指示を与え得るかの目標に向かって実際の努力を続けるべきであり、またそれが自動的に行われるような設計機構、若しくは設計を管理する機構が考え出されなければならない。

云うなれば材料を知らない設計者、施工の実態を知らない設計者、又は知っていてもそれに対する

適応処置を計画出来ない設計者は失格であり、しかもこのような設計者がまかり通る現実も憂うべきである。

およそ設計は、総合的な立場に立って行われるものであり、全体的なバランスがとれていて始めて良い設計と云える。しかし、元来経験的な積重ねによる実態把握の上に築かれた技術である以上、学問的、論理的に多くの不確定要素、解析不能の要因が含まれているのはやむを得ない。要するに設計技術とは、この不確定な要素に対する不断の挑戦によって磨かれ、学問の応援を得て次第に現実とモデルとの間の不一致を少なくしてゆくものであることを忘れてはならない。それには、予め設定された解析モデルに従って計算を行い、結果に合わせて設計を確定するのも一つの方法である。しかし、自由に設計されたものを解析する能力もまた欠かすことは出来ない問題である。

いずれにしても、最後まで残るのは接合部に関する解析の不明快さである。

敢て云うならば、モデル化以後の論理的な解析や計算は研究者に期待すべきだが、モデル化以前の状態、又は単純なモデル化により、甚だしく非実際的となる部分が、まだ未解決のまま残されている。だから設計者は、施工法を含めて今後とも全責任を負い続けねばなるまい。

もう一度第1の問題につき、角度を変えて一言しよう。

振動応答解析は、それが行われるようになって10年以上になり、その間に多くの超高層建築が建てられたが、肝心の土と上部構造である建築との振動における相互干渉の問題、あるいは土そのものの大地震の場合における振動特性などは、設計者レベルで見て、まだ有効な研究結果が出されているとは思えない。これはだれの怠慢というものではない。

だからこそ、設計者は常に未解明な要素をも織り込んで格闘すべき宿命に置かれているのである。この意味で設計はトータルに行われ、トータルにバランスがとれていなければならない。たとえ法があり、基準があってもそれを守りさえすれば設計は出来るというものではない。真の設計は法や基準は条件として受け入れるが、自ら出した解答なり、作品なりには、トータルに現在の学問、技術、製作、施工の環境を貫いて統合されねばならないことを、常に肝に銘ずるべきである。

2. 鉄筋コンクリート構造

鉄筋コンクリート構造で主体的な要素はコンクリートと鉄筋である。コンクリートにとって最も主要な問題点は

- ① 密実に打設されていること。
- ② 打設後に生じるひびわれが、構造上、耐久上、美観上無害であること。
- ③ そして所要の材料強度が確保されていること。

の三点である。

強度を最後に持って来た理由は、コンクリート工事の監理経験を通じて、各種の不注意、手抜きがあっても構造耐力上で実際の障害となるようなケースがあまりにも少なかったからで、それ以上にコンクリートにとって最も恐ろしいのは「す」と「ひびわれ」である。

本年度の建築学会北陸大会研究協議会においても、材料、施工部門において、ひび割れの問題が採りあげられ、多数研究者の所論が述べられた。

コンクリート工事は一種の鑄造であり、鑄型に、材料を流し込んで固めるのであるから当然「す」

は出来ると見るべきである。

上述の構造上の最大難点である部材のコネクションの部分は又最も"す"の出来やすい場所である。

私の永年の経験からも"す"のないコンクリート建築は見た事がないと断言出来る。

一時機甚しい流行を見せた打放し仕上のコンクリートに於ても、当初数多くの欠陥を露呈したため施工者側の必死とも云える研究努力によって、外観上殆んど、むらのない、密実な質量感を出す方法が開発された。それはともかくとして、最近甚だ憂慮に耐えないのは、一時減少していた"す"や"ひびわれ"が又急増しはじめていることである。

"ひびわれ"や"す"の存在には設計そのものの不出来に依る場合も当然存在するが、苦い経験を経て到達した解決策も新しい要因の出現に依って、全くくつがえされてしまった観がある。その元兇の第一はコンクリートポンプ車にあると思える。ポンプコンクリート工法は各方面で慎重な研究がなされ、十分な各界の検討を経てその仕様が決定、導入せられたものであると承知していたが、昨年夏ごろから出始めた"スランプ25cm"と云う声を聞いて我が耳を疑った。

急遽昨年末頃から社内でも実態調査の体制を組み、鋭意調査中であるが、我々が常識として持っていたスランプ18cm～20cm程度の軟度のコンクリートは、もはや、現実には特注品にランクされ、シャバシャバのコンテストも出来ない(目盛りが無い)ようなコンクリートが市場を蔽っているという。それを知り、恐怖心さえ起したほどである。

某大ビルディングで、現場係員が強硬姿勢によって悪質ポンプ車を閉め出したところ、結局ネコ車運搬となり、ネコ車を新調して農閑期労働力が導入されたが、それが裏目に出て労働者がネコ車を扱えず、運搬中にひっくり返す事故が続出して困ったという事実がある。結局ポンプ打ちによるシャブコンは現在なお続いている。

困ったことに"す"や"ひびわれ"は、仕上げ工程によって目につかなくなってしまう部分が割合多い。

そして相変わらずシャブコンは横行する。これに対する対策を立てるには、総需要抑制で大規模な現場の激減している現在こそ、絶好のチャンスではないだろうか。

"す"や"ひびわれ"の発生原因には色々要因が複雑にからみ合っていて、単純に割切ことは出来ないが、それにしてもシルコをぶちまけたようなコンクリートを打っておいて、他の要因も何もあったものではない。

コンクリート工事を扱って来た人達にとって、人手不足とか、経済性とかの理由で、容認するにはあまりにも甚しい品質低下ではないか。(但し、4週強度のみはどうやら合格点を保持しているようである)

あまりにも甚しい"シャブコン"の横行を前にして、むしろ我々設計者の方に時代の変革を認識する能力がないのか、それとも設計者は"シャブコン"なる新工法とそれに伴う新しい性質を持ったコンクリートの採用を迫られているのであろうか。

土木業界では、固練り(スランプ5～7cm程度)をていねいに打設すると聞いており、私自身もその現場を度々見ている。建築構造物で、一般的な軟練(スランプ15～20cm程度)は構造物の形状、配筋の状態などから、止むを得ないものであろうが、出来ればもっと固練りのものを密実に打

ったらと云う願望はあるはずである。我々の内部調査によればポンプ車を使つてのコンクリート打ちでも、土木部門では多少軟度を上げる程度で、前述のようなシャブコンは全く報告されていない。基本的構造材料としてのコンクリートの性質の認識に、土木と建築とで差はないはずである。両者にこのような差があることは、施工者自身の誇り、モラルといったもの、あるいは受取側のコンクリートそのものの品質に対する尊重の姿勢の差が現われている訳だろう。

このような現実は何ぞ起つたのか、又それにどう対処すべきかは、それぞれの立場から種々の答案が書けるだろう。しかし、施工者自身の中から、何とか体制を立て直し、もっと良いコンクリートを打てるようにしてほしいとの述懐が出かかっているのは、それがごく一部の声であるにせよ、おのずから改善への方角を暗示するものと思う。だが、この問題の解決には、設計監理の立場から施工者のモラルに訴える、あるいは契約条項の上で品質保持を訴えるだけでは不可能である。

なぜなら、品質の保持は能率向上と矛盾するものであり、彼らの品質保持のプライドを満足させ得ない輸送業システムの導入を容認する限り、改善への努力は当然徒勞に終わるからである。私はこの問題は、施工技術管理上の問題ではなく、施工経営管理システムに帰属する問題であると考えている。

次に鉄筋のガス圧接に関し、最近の問題点を指摘しておき度い。ガス圧接工法が導入された時点では、特に熟練労働者を必要とせず工法の容易なこと、信頼性の高いこと、太径の鉄筋（19mmφ以上）には重ね継手に比較して経済的であること、その他コンクリート打設に有利な条件を持つことなどの利点から歓迎されたものである。ところが現実には下地処理、即ち、端面仕上げを行わないもの、基本を守らないものが横行し始め、信頼性の上で疑問のある施工が増大しているとの事である。更に監理システムの上から云えば、抜取り検査を行つても、試験を受託している公的機関はあまりにもスローモード、検査結果が届くまで現場が待つてくれない。その結果、検査そのものの有効性が無意味なものとなっている。

もともとコンクリートの検査についても同様の要因が存在したが、鉄筋の、それも太径のものについてこのような状態にあるのは由々しい問題である。工程が検査を拒否する程に接迫したものであるなら、下ごしらえ、準備などの事前チェック、及び、施工状況の管理がなされなければならない。この点に関して、施行業者の管理能力の充実がなされるべきである。

それが不可能ならば、そのような下請契約制度、或いは施工態勢について抜本的な改善策が用意されるべきである。

3. 溶 接

鉄骨構造に関する問題点は、全面的に溶接工作の問題にかかっている、といつても過言ではなからう。

個々の素材の持つ製品誤差や、各部材を組立てる場合の寸法精度など、あらゆる問題が溶接工法の浸透と共に、新たな厳しさを加えている。云うまでもなく、在来の型鋼、板、リベット、ボルトなどによる鉄骨工事は、従来それなりの手法と、システムとしての一貫性ある設計法、および誤差にマッチした工作、加工の方式が確立されていたはずである。

同時に鋼という素材の靱性に見合った接合方法におけるダクティリティが、巧まずして織り込まれ

ていたと思う。ところが溶接法の出現は、これらの体系を根本的に変える要因をもたらしたのである。

しかも溶接法の持つ見かけ上の経済的合理性、構造的合理性は、設計と施工の両面にわたる単純化高能率化を促し、巨大化の要求に適合するものとして大々的に受け入れられた。ところが困った事に、周辺条件としての必要な技術環境と、製作レベル向上の二要素を置き去りにしてしまったのである。

さらに厄介な問題は、H型鋼、T型鋼と矢つき早やに新形鋼材が出現し、強力な販売努力が展開された。これはいわば、一つの技術革新であるには違いない。しかし形状も大して変わらず、扱う素材も似たようなものであり、加工製作しているファブリケーターもほとんど変化が無いためか、溶接処理を主体とする場合に不可欠の溶接管理の仕方が、素材の向上、用具の進歩にもかかわらず、旧態依然と停滞している事に問題があると思う。

鉄骨の生産者は前述のコンクリート打ちや鉄筋加工と違って、工場内作業による集中生産の長所を有しており、資本金力、組織力の上でも建設業界ではすぐれた存在と考えてよい。特に大手造船メーカーの兼業する鉄構部などは人材の点でも群を抜いている。ところが溶接による建築鉄骨の品質管理が、しばしば論議されながら改善の実があまりあがっていない現実も又無視することは出来ない。にもかかわらず今や、溶接法による鉄骨構造は、時代の花形となって通用しているのである。溶接工作の論議でファブリケーターからよく出される意見として、設計者が施工上の実態を無視する困難なディテールを要求するとの声が聞かれる。

事実最近よくあるトラブルとして、簡単な突き合わせ溶接に、溶接部から破断する単純な欠陥が出ている。これは明らかに検査の手抜きであり、施工不良というよりむしろ手抜き工作である。でなければ溶接工が余程未熟であるとしか考えようがない、勿論受取側にも責任のあることである。名前を挙げることは避けるが、相当な大規模構造にこれが多数報告されており、それを隠蔽しようとする関係者の態度が、欠陥追放への障害になっているように思える。

こうした現状は、あながち高度成長下の空前の需要増大を充たすために発生したものではなく、溶接に関する施工要領書が物珍しかった10数年前から見られる事である。

もっとも現在までの過程において、機器の整備、消費量の増大を通じて、多少の品質管理の体制整備が行われたかも知れない。同時にメーカーが競争で、その製作体制を設計者やオーナーに売り込むために整備した検査システムと、品質管理担当者の充実は一応満足するに足るものである。ここで願わしいのは、それらの折角の人材をもっと有為に活用して製作現場に密着させ、最後まで見届けさせる管理システムの確立がなされたい事である。現場を知らない管理者は、技術環境の実態を理解しない設計者と同様であって、何らかの対策なしでは斯界の真の成長は望めないだろう。

結 び

最近の建設界における、憂慮すべき問題点として、以上の三つの角度から採り上げて見解を述べてみたが、これはほんの一部の例であり、欠陥問題は建築工事の全般にひそんでいると云っても過言ではない。

およそ構造物を土木と建築に分けて考えた場合も、構造の主体であるコンクリートや鋼材の性質、設

計の基幹をなす材料力学と構造力学上の立場は全く同じであるはずであり、過去に近代技術の歴史的発展の過程で、それらに若干の取扱いの差はあったにもせよ、大きく云ってニュートン力学の法則を基盤とする範囲内にある事には変わりはないはずである。にもかかわらず、土木構造物と建築構造物とで、大きな扱いの差があるのはなぜか。それについて考えた場合、両者に対する価値尺度の相違以外に理由を求めることはできない。

つまり土木構造物はその安全性、経済性が優先するのに対して、建築構造物は、構造そのものよりもむしろ外形的造形上の評価、すなわち空間構成の芸術的、感覚的評価に比重が置かれるからであろう。それが今日のように建築家の分業化、専門化が進まなかった時代にはこのようなことは無く、建築家は両者に対して一様に心を砕いたに相違ない。

問題は、それらの構造物が完成後は、いずれも仕上げに隠れて実態が目には触れない点にある。

従って設計条件は、一般的安全率の中で多少おろそかに扱っても、船や自動車のようにすぐには欠陥が露呈することはない。しかもその生産システムが多数の下請けに細分化された非近代的経営業体である以上、よほどの厳密な監視体制、検査システムが用いられない限り、満足な品質管理は望めないだろう。かつての生産性の低い現場組立ての要素が多かったころは、低賃金、過重労働の中にもプライドある仲間意識が生きていたはずである。

しかしそうしたものは失われつつあり、商社までが「もうかる仕事」とばかり食指を伸ばす。さらに建設業者自体の商社化が顕著になりつつある現在、今後の事態は容易に想像が可能である。

さらに両者の構造物のもつ社会性の相違がある。

土木構造物のほとんどが、公的な社会の共有財産であるのに比べて、建築物は公共性の上で価値が低く、むしろ私的効用にウエイトがある。もちろん一部に公共目的の建築はない訳ではなく、建築物の社会性を強調する建築家も少なくはない。

しかし橋、道路、港湾、堤防など土木構造に対して、建築物の社会性の低いのは否定できない。

面白い事に、土木構造物における官庁関係の工事は、私的土木工事よりも上等で単価も高く、検査も厳しい。ところが建築物においては、官庁関連の工事は民間のものに比して単価も低く、内容的にも上等とは云えない。例えば鉄骨工事一つにしても、同一のファブリケーターが、どうしてこれほど異なった単価を出せるのかと思うほどである。その現象が生じるには、それ相当の社会史的必然性があったからであろうが、私はむしろ、この中に支払側と受取側の姿勢の差を強く感じる。しかも、支払われる資金の性質によっても差異を生じるものだと思う。

このような社会のシステムと品質管理の相関々係を解明するのは興味深い事なので、別の機会にじっくりと調べてみたいと思っているが、この問題を一口に云うならば、建築構造物を取り巻く社会のシステム自体が基礎的な設計仮定に悪影響を与えるような事態に対し、それを解消する役目を果たそうとしない点に原因が求められそうに思う。

結論として、クレームさえつかなければ、見えない個所で手を抜くという傾向は、今後ますます増大するだろうし、自然淘汰の衝撃を受けるまでは進行を続けるに違いない。もちろん、その欠陥の露呈が小出しであれば、一挙に受ける衝撃は緩和されるだろうが

この際まず基本に立ち返り、構造の根本を考え直して見るのが肝要である。"あたりまえのこと"

を"あたりまえに""きちょうめん"に処理する———これが何よりも大切である。

大空に突きさしてそびえる超高層建築も、威容を誇る巨大な製鋼工場も、これらのあたりの処理の上に築かれていることを思いおこすべきである。今こその反省が特に必要であると思う。

基礎体力のないスポーツマンはすぐにバテるし、長い勝負には勝ち抜けない。基礎的欠陥を含んだ構造物は、見掛けの如何にかかわらず、虚弱なものであることを銘記すべきである。

(49.10.1記)