

工学倫理はペイするか

美浜原発3号機のコンクリート大量加水事件をめぐって

羽地 亮

1 はじめに

現在、「工学倫理 (Engineering Ethics) 」という新しい倫理学が、日本でも産声をあげようとしている。これは、いわゆる応用倫理学の一分野であって、科学技術に携わる者が何をなすべきかを検討し、技術者が倫理的な問題に遭遇したときにそれを解決するためのノウハウを提示しようとするものである。

しかしながら、本論文は、たんに技術者の教育のありかたや技術者の視点からみた倫理を論じようとするのではない。本論文は、一般に技術者とは相反する立場にあることが多いとされる、工業関係の経営者の視点からみた倫理をも考慮に入れる。また、そればかりでなく、科学技術を取り巻く社会的環境をも考察の視野におさめようとする。そして、このような戦略がとられるねらいは、工学倫理という新しい倫理学の、社会におけるレゾン・デートルを確保しようとすることにある。本論文の表題である「工学倫理はペイするか」とは、自由市場経済下において、工学倫理という新しい観点を導入することが、果たして産業社会にとって割に合うことかどうか、という必ずしも一定の答えがわれわれの間で共有されるとはかぎらない問いを問うことである。

本論文は、この問題を解くための格好の事例研究として、2000年2月18日から二週間ほどにわたって朝日新聞紙上で報道された、関西電力美浜原発3号機の建設工事（1972年）における生コンクリートへの大量加水（手抜き工事）の発覚という事件を考察する。

2 事件の事実関係

この事件の事実関係は次の通りである（資料 (1)）。美浜3号機は、1972年7月に着工され、1976年12月に運転を始めている。基礎部や原子炉などは大阪市の大手ゼネコンが施工し、生コンは地元福井市の大手の生コン会社が納入した。関西電力によると、

計二十万立方メートルの生コンが使われたという。

生コンは約十八キロ離れた生コンの敦賀工場で製造され、ミキサー車で建設現場に運ばれた。現場では、関電や大手ゼネコンの技術者計三十人が、交代で指導・管理にあたったという。朝日新聞の取材では、ミキサー車の運転手や、品質管理をする立場にあった生コン会社の技術者、生コンを型枠に流し込むポンプ車の作業員ら計二十人余りが加水を認めた。

証言によると、加水はミキサー車で生コンを工場から運ぶ途中や、現場到着の直後に行われた。主にミキサー車に備え付けの洗車用の水タンクから、生コンが入ったドラム内へ給水ポンプで注水する方法がとられた。ほとんどの水タンクは容量二百リットルで、通常はタンクの三分の一から四分の一程度（約七十～五十リットル）を加水し、生コンが固まりやすい夏場には半分（約百リットル）を超える水を加えたという。

コンクリートは、水を多く使うほど強度や耐久性が低下する。したがって、コンクリートを練り混ぜる際に添加される水の量は、厳しく管理しなければならない。にもかかわらず、なぜ大量加水が行われるのか（小林 1999, pp.131-135）。工事現場で荷下ろしされた生コンは、コンクリートポンプによって、鉄筋が組み込まれた型枠の中に流し込まれる。流し込まれたコンクリートは、型枠の隅々や鉄筋の周囲にきちんと充填されるように締め固められる。これらの作業は、コンクリートの流動性が高いほど楽である。流動性が高いコンクリートは、ポンプの輸送管に対する摩擦抵抗が少ないので、作業は早く終了する。ゼネコンとの契約は出来高払いであるから、やわらかいコンクリートは歓迎される。そのため、勝手に生コンに水を加えて流動性の高い状態にしてしまう「不法加水」が行われる。

ところで、関電の仕様書では、最も基準が厳しい原子炉格納容器内や遮蔽壁のコンクリートは、一平方センチあたり二百十キログラム以上の圧縮に耐えるよう定められている。ところが、生コン会社が使った強度を求める数式では、ミキサー車一台あたり約百リットル前後の加水で、設計基準強度を下回る可能性がでてくるという。

美浜3号機で使われたのは、強度を高めるため水分が少ない配合の固練りの生コンであった。当時は、ポンプ車で生コンを型枠に押し流す工法が普及したばかりで、ポンプ車の性能不足から長さ数十～百メートル前後の配管がしばしば詰まって作業が中断した。そこで、運転手が効率を上げ、運搬量を増やそうと自らの判断で水を加えたほか、ポンプ車の作業員の指示や、配管の先にいて生コンが型枠の隅々にまで行き渡るようにする作業員の要求で加水する場合があった。また、生コン会社の技術者が指示することもあったという。大量の水を加えた生コンは現場で「シャブコン」と呼ばれており、自ら水を加えたことがある生コン会社の技術者の証言では、「ポンプが詰まるかシャブコンを使うかといわれ

ば、シャブコンを使うのが現場の感覚だった」という。以下に、生コン会社関係者の主な証言を抜粋する。

運転手：炉心部でも関係なく、水はじゃぶじゃぶ入れていた。自分も百リットル以上は普通に入っていた。

技術者：最初は注意したが、改まらず、どうしようもなかった。現場で一人で文句を言えばつまはじきにされた。

技術者：早く作業を終わらせたいときなど、自分が排水用のパイプで水を入れてやったこともある。

日本工業規格（JIS）などはコンクリートの強度を評価するため、流し込む前の生コンを一定の間隔で車両から抜き取って、規定の日数後の破壊試験を定めている。しかし、生コン会社の技術者らは、破壊試験で測定に使う円柱形のコンクリート（供試体）をしばしばすり替えていた（資料（2））。複数の関係者の証言によると、破壊試験では、コンクリートは日数がたつにつれて強度が増すため、作成日をごまかして先に作成した供試体を使ったり、強度の出る配合にした別の生コンで新しい供試体をつくって試験したりしたという。試験データが設計基準強度を下回った場合は、再試験したり工事をやり直したりする必要がある。

試験を手伝った生コン会社の関係者によると、現場で加水が横行していたため、ミキサー車から生コンを取る段階で、加水していない車から生コンを取るようにしていた。しかし、加水している車から取らざるを得ないこともあったため、「試験で設計基準強度を下回ることを恐れた」という。このため、供試体は管理上、上面に油性ペンで作成日付や記号などが書かれていたが、濃塩酸を使って消して都合のよい日付や場所を記入するなどしていたという。現場での破壊試験のデータは集計され、原子炉建屋などに関しては、通産省に報告された。現場での破壊試験はコンクリート強度を測る重要な試験で、供試体のすり替えは建築基準法施行令に違反する。

原発の安全性をめぐる議論には、「施設は設計通り厳格につくられている」という前提があった。原発では部分的な設計ミスが指摘されることはあっても、施設自体は最高レベルの設計仕様で建設されているとされてきた。しかし、その足元の建設現場では手抜き工事が横行していた。

こうした事情の背景には、1960年代からの高度経済成長がある。美浜3号機建設当時、国内の「列島改造」ブームで、若狭湾沿岸は原発建設が相次ぎ、地元の土木・建設業

界は空前の活況に沸いていた。工事ラッシュにともなって建設現場の下請けと分業化が急激に進んだ。生コンは生コン会社が供給し、ポンプ車で生コンを型枠に押し流すのは圧送業者の作業員である。また、配管の先で鉄筋の周囲に生コンが行き渡るようにするのは別の下請け業者の作業員である。運転手やポンプ車の作業員の多くは出来高払いで、作業の効率化を強いられる。その構造は現在に至っても変わっていない。経済性が重視されるあまり、コンクリートの耐久性と強度が犠牲になっているのである。

3 道徳性原理と経済性原理

生コンクリートへの余分な加水や、強度試験に使う円柱形コンクリート（供試体）のすり替えといった手抜きや不正は、美浜原発3号機だけでなく、予想されるとおり、他の建設現場でも行われている（資料（3））。コンクリート構造物は本来二百年の耐久性をもつといわれているが、1980年代以降、コンクリート構造物の様々な欠陥が指摘され続け、コンクリート崩壊の危機さえささやかれている。阪神大震災でも様々な手抜き工事が指摘され、建築・土木業界や建設省は「工事管理の徹底」を進めているかにみえる。しかし、建設現場では、今も加水が繰り返され、現役の生コン会社の技術者が「供試体のすり替えは続いている」と打ち明ける。不況下でコストダウンを強いられ、コンクリートの「質より量」の風潮が現場で強まっている。

建築技術者らでつくる非営利組織（NPO）「建築技術支援協会」（東京）が、全国のマンションやオフィスビル、官公庁など鉄筋コンクリート建造物百五十四棟を調べたところ、約四分の一に当たる三十八棟のコンクリート強度が、設計で定められた強度（設計基準強度）に比べて95%以下であったことが、2000年2月27日、明らかになった（資料（5））。このうち、緊急の補修工事が必要とされる、強度75%以下の建物は十四棟あった。コンクリート強度の実態は施工会社などが個別に調べることもあるが、発注者の意向などでほとんど公開されていない。今回の調査では、強度に問題のある建物が現在かなりあるという実態が浮き彫りにされている。

コンクリートの安全性に対する世論は、確実に高まっている。こうした状況を反映してか、土木学会と建築学会は、それぞれ1999年5月7日と5月31日に新たに倫理規定・倫理綱領を採択した（資料（6）（7））。土木学会の倫理規定を抜粋すると、

- 1 「美しい国土」、「安全にして安心できる生活」、「豊かな社会」をつくり、改善し、維持するためにその技術を活用し、品位と名誉を重んじ、知徳をもって社会に貢献する。
- 2 自然を尊重し、現在および将来の人々の安全と福祉、健康に対する責任を最優先し、人類の

持続的発展を目指して、自然および地球環境の保全と活用を図る。

- 6 長期性、大規模性、不可逆性を有する土木事業を遂行するため、地球の持続的発展や人々の安全、福祉、健康に関する情報は公開する。

また、建築学会の倫理綱領では、

- 4 建築が近隣や社会に及ぼす影響を自ら評価し、良質な社会資本の充実と、公共の利益のために努力する。
- 5 社会に対して不当な損害を招き得るいかなる可能性も公にし、排除するよう努力する。

しかしながら、このような「建前」が実際に実践されているかという点、すでに指摘したように、それはかなり疑問であると言わざるをえない。例えば、『月刊生コンクリート』2000年2月号では(新田 2000)、1999年12月10日に大阪で開催された「生コンクリートの品質保証システム確立への最近の動向」というセミナーの報告と講演者五人の発表要旨が掲載されている。ところが、建設省の役人や生コン業界関係者の講演においては、概ね「品質保証システムは、業界の信頼回復のために必要である」という点では意見が一致しつつも、「世間でいわれているほど現在のコンクリートの品質は悪くない」という趣旨の発表がいくつか見られた。このような傾向を代表しているのは、森田司郎・日本建築総合試験所所長の開会挨拶の言葉であろう。森田によれば「この度の山陽新幹線トンネル事故のようなコンクリートに関する問題が起こると、すぐに生コンの品質がおかしいといった短絡的な反応が出てくる。日頃、品質管理に尽力されている生コンサイドの方々にとっては非常に迷惑な話であるかと思う」とのことである。「生コンサイドの方々」の「本音」は、生コンの品質不良の指摘は「短絡的な反応」だ、ということのようである。

企業は自由市場の中で利潤追求を目的としている。そこで、企業は「ペイするか否か」という経済性原理に則って活動している。コンクリートの手抜き工事は、明らかに「ペイする」のである。しかし、利潤追求という目的は、企業の道徳的責任を犠牲にして達成されるべきではない。土木学会や建築学会の倫理規定・倫理綱要でも述べられているように、工業関係の技術者や経営者は「公衆の安全、健康および福利を最優先する」という道徳的原理を念頭において活動しなければならない。しかしながら、コンクリート業界の反道徳的行為が「ペイしなくなる」ための社会制度が存在しなければ、道徳性原理は経済性原理に取って代わられる可能性が強いと考えられる (cf. 田中 2000, p.176)。

この可能性が現実のものになった例としては、アメリカの「フォード・ピント事件」が挙げられる (Harris 1999, pp.136f., 330f.)。1960年代後半、フォード社が設計したコンパクト車ピントは、重量900キロ未満、価格2000ドル未満で販売された。フォー

ド社は、新しいコンパクトな日本製輸入車と競争するために、通常は三年半かかるところ二年弱でピントを生産ラインに乗せた。この短期間の開発の結果、ガソリントankが後部車軸とバンパーの間に置かれることになったが、差動歯車ハウジングのボルトの頭が露出していたので、後ろから衝撃を受けた場合、ボルトがタンクに穴をあけることがありえた。実際、12回の後部衝突実験のうち11回が不合格であって、衝突の結果ガソリントankが破裂し、車体が炎上した。したがって、フォード社の技術者と経営者は、明らかに、ピントの運転者が危険にさらされることを知っていた。

フォード社の自動車安全ディレクターは、ピント一台につき11ドルの費用をかければ設計を改善することができることを知っていたが、それでは社会的に「ペイしない」という趣旨の報告書を提出した。「ペイしない」理由は次の通りである。

(11ドルの設計改善費用をかけた場合の受益)

節約	焼死者数	180
	車体炎上による重傷者数	180
	炎上車両数	2100
単位費用	死亡者一人につき	200000ドル
	負傷者一人につき	67000ドル
	炎上車両一台につき	700ドル
合計受益	$180 \times 200000 \text{ドル} + 180 \times 67000 \text{ドル} + 2100 \times 700 \text{ドル} = 49.15 \text{百万ドル}$	

(11ドルの設計改善にかかる費用)

販売車数	乗用車	1100万台
	軽トラック	150万台
単位費用	乗用車一台につき	11ドル
	軽トラック一台につき	11ドル
合計費用	$1100 \text{万台} \times 11 \text{ドル} + 150 \text{万台} \times 11 \text{ドル} = 137 \text{百万ドル}$	

死亡者、負傷者、損害車両の数の推定は、統計的研究による。人間の生命に関する社会的損失200000ドルは、全米高速道路交通安全管理局の研究による。

このようなわけで、ピントの設計を改善すると、改善しない場合に生じる事故手当の給付金総額に比べて、三倍近い費用がかかる。フォード社は、経済性原理にしたがって、賠償保険料を支払ってもピントを売り続ける方が利益になると判断した。そして、ピントが販売された結果、約500人が焼死した。フォード社は、多くの民事裁判で敗訴し、少なくとも5000万ドル以上の賠償金を支払った (De George 1991, pp.178, 181)。

自由市場経済下で工業関係の企業が利潤追求を目的とする以上、道徳性原理が経済性原理に比して優先される保証はどこにもない。フォード社と同様、日本のコンクリート関連の技術者や経営者が、現在のように「手抜き工事」批判のかまびすしい中でさえ、経済性原理を優先して「不法加水」や「供試体すり替え」を続行するという判断を下す可能性は十分にある。ましてやこの不況下で、「建前」は倫理規定の遵守を奉じながら、「本音」では儲けのために手抜き工事を黙認するという技術者や経営者を想定する方が自然であろう。

このような状況に鑑み、札野順は、2000年1月の『日本機械学会誌』に論文を投稿し、日本の理工系高等教育へ技術者倫理教育を導入することを提案し、技術者が高い倫理観をもつべきことを主張している（札野 2000 cf. 札野 1999）。しかしながら、このような処置がわれわれの問題の解決にとって十分であるとは考えられない。われわれの資本主義工業社会において「道徳がなんぼのもんや」⁽¹⁾というのが、われわれの問題なのである。たとえ日本の大学の工学部に「工学倫理」という科目が設置されたとしても、それだけでは経済性原理中心の現状を打破することにはならないであろう。

これに対して、ビジネス倫理学（Business Ethics）を論じる田中朋弘は、次のように提案する。

「企業の道徳性とは、社会の側からの道徳的圧力に常に晒されることによって「それを配慮せざるをえない」という形でしか実現しない、ということになるように思われる。（……）道徳的問いを相手に投げかけ、答えを求める行動のうちにしか、社会の道徳性への要求を企業に配慮させるための方法はないのかもしれない。突き詰めればそれは抗議運動や不買運動などを通した一種の「圧力」でしかありえないにしても、とにかく道徳性をめぐる討論の場へ当事者と周りの人間を引き込むことが必要になるのではないだろうか。」（田中 2000, p.175, 181）

このような田中の指摘は、田中もいうとおり、道徳の本性についてなにがしかの示唆を与えているようにもみえ、傾聴に値する。しかしながら、田中の提案は、あまりにもペシミスティックではなかろうか。われわれの提案は、田中の提案を下敷きにしながらも、それとは少し異なったかたちをとる。

4 結論

日本の状況からアメリカの状況へ眼を転じてみよう（小林 1999 pp.220-223）。アメリカの行政担当者（Building Officer）は提出された詳細な設計図面が建築法規に合致してい

るか否かをチェックし、合致していなければ着工を許可しない。許可が下りて施工に入ると、設計図通りかどうか、シティ・インスペクターが現場に何度も出向いて検査する。そして、一定規模以上の工事や学校など特別の場合は、有資格の民間のスペシャル・インスペクターが、シティ・インスペクターの監督を受けつつ、現場に常駐して検査・監視する。違反があると、再度の検査にパスするまで次の段階に進めないうえ、罰金の制裁がある。インスペクターは、ゼネコンとの間に利害関係がなく、検査に対する全面的な責任をもつ。この制度には、およそ60年の歴史があるという。この制度は、確実に、建物の品質管理、構造体強度の信頼性などの向上に寄与している。

これに対して日本では、建築基準法に合った設計図を出せば済み、チェックはゆるい。施工後になると、行政側が現場に出向いて検査する実例はほとんどなく、現場まかせである。完工検査も、施主が完了届けを出さないことが多いことから、実際にはほとんどなされない。

しかしながら、日本でこの状況を是正しようとする動きがある（資料（4））。東京大学の魚本健人教授らの研究グループは、建築構造物の形態、立地条件、コンクリート表面のひび割れなどの状態から、構造物全体の劣化の進行度と原因を判定するシステムを開発した。建築構造物の劣化状況を手早く、熟練者でなくても判定できるという。魚本教授らは、今後、サンプルとなる劣化構造物の写真データベースを増やし、対象物と見比べて現場で判定ができるように、パソコンのソフトウェアづくりに取り組むという。

また、日本コンクリート工学協会は、2001年度からコンクリート診断士の資格試験を導入する。この試験は、事前にコンクリート工学協会の診断と補修の講習を受講していなければ、受けることができない。試験では、劣化診断の計画や測定、予測、対策についての知識が試される。

アメリカに比して、日本の「手抜き工事」対策は、まだ始まったばかりである。われわれの社会は、有能なコンクリート診断士を育てるとともに、法律の制定によって、コンクリート診断士の独立性を確保し、加えて、コンクリート診断士のチェックがなければそもそもコンクリート構造物の建設ができないこと、手抜き工事に対しては厳重なペナルティを課すこと、建築現場で恣意的な判断が下されないよう現場での監視体制を確立すること、等々を定めるべきである。このように、道徳性原理を顧慮しなければ工業関係の技術者も経営者も仕事ができない、という社会的な状況を醸成することが肝要である。

札野順のように、技術者の倫理が問われている昨今、工学部に「工学倫理」の習得カリキュラムを導入せよ、と提案するのは、重要なことではあるが、それだけではあまりに安直でオプティミスティックである。われわれ人間は、札野のいう「高い倫理観」に触れる

だけで倫理的になれるような有徳な存在であるとは限らない。「倫理的であれ」という要求に対してなお「なぜ倫理的であるべきなのか」と問うことは常に可能である。倫理教育を側面から補完し「道徳の理由」を与えることができるような方策がぜひとも必要である。

他方、田中朋弘のように、企業に社会から道徳的圧力をかけ続けるしかない、という提案は、すでに述べたように、理解はできるがあまりにもペシミスティックである。田中の提案は確かに有意義である。抗議運動や不買運動は、企業に道徳性を不承不承でも顧慮させることができよう。しかし、それに加えて、道徳性原理にしたがわなければ「ペイできない」という制度的保証によって、企業に道徳性を当然のこととして配慮させるという、田中が示さなかった選択肢が残されている。田中は自らが批判するいわゆる「古典的自由主義」に自らも絡め取られているのではないか。そして、最初からのわれわれの問題である「工学倫理はペイするか」という問いの立て方も、経済的利益追求の自由と経済活動における倫理とを対立的に捉えようとするニュアンスがある点で、田中と同じ陥穽に落ちるおそれがある。経済性原理と道徳性原理とを対立させて考えるのではなく、資本主義経済社会のもとで、経済性原理の内部に道徳性原理を取り込んでしまうこと、換言すれば、経済活動をするうえで道徳性を顧慮することが当たり前であるという社会的状況を法的制度的につくり出すことが重要である⁽²⁾。

確かに、日本の現状では、工学倫理は「ペイしない」。そこを「ペイさせるようにする」ための工夫が論議されるべきである。その結果、自由市場経済の内部へ道徳性原理を吸収する社会的な仕組みが出来上がってはじめて、理工系の学生に工学倫理を学ばせることの意義が生じるであろう。われわれの社会では倫理的な感性に欠けている者は技術者の商売も経営者の商売もできませんよ、とすることができてはじめて、学生は工学倫理を学ぼうとするであろう。「倫理的であれ」という要求は、「なぜ倫理的であるべきなのか」という問いを惹起する。それに対して質問者を納得させる答えが与えられなければならない。たとえその答えが実は「雪隠の踏み板」⁽¹⁾であったとしても。

注

- (1) この問いには、「倫理はペイするのか」という真摯な問いと、「この産業社会下で倫理にレゾン・デートルなどあるものか」というニヒリスティックな（しかし、それゆえに、より倫理的な）修辞疑問とが内包されている。
- (2) もちろん、いくら法律や制度を整備したとしても、そのことによって、現実の倫理的な問題が消滅するわけではない。ここでは、法律や制度を完備させて工学倫理を必要ないものにしようということが目指されているのではない。そのように読まれるとしたら、それは誤解である。法律や制度とそれらの適用とは、とりあえずは別の事柄である（例えば、ソシール言語学に

における「ラング (langue)」と「パロール (parole)」の区別)。そして、適用の次元で、モラル・コンフリクトなどの様々な倫理的問題が生じる余地がある。このとき、適切な倫理的判断が下されなければならない。そして、まさにこの点において、工学倫理研究や工学倫理教育が要請されるであろう。本論文は、工学倫理という学を打ち立てるための整地作業を行っているにすぎないのである。

- (3) 言わずもがなの注。雪隠 (せっちん) とは、昔の汲み取り式の便所のことである。その踏み板は、表面はきれいに磨いてあるが、裏側は汚く嫌らしい。

資料

- (1) 朝日新聞 (大阪版) 2000年2月18日付朝刊
- (2) 朝日新聞 (大阪版) 2000年2月19日付朝刊
- (3) 朝日新聞 (大阪版) 2000年2月21日付朝刊
- (4) 朝日新聞 (大阪版) 2000年2月23日付夕刊
- (5) 朝日新聞 (大阪版) 2000年2月28日付朝刊
- (6) 土木技術者の倫理規定 <http://www.soc.nacsis.ac.jp/jsce2/outline/index.html>
- (7) 日本建築学会倫理綱領・行動規範 <http://www.aij.or.jp/jpn/guide/ethics.htm>

文献

- 小林一輔 (1999):『コンクリートが危ない』岩波新書。
- 田中朋弘 (2000):「ビジネスにおける倫理的まなざし——企業の道徳的責任について——」
倫理学のフロンティア・『応用倫理学の転換——二正面作戦のためのガイドライン——』
ナカニシヤ出版、2000年、163-188頁。
- De George, R. T. (1991): "Ethical Responsibilities of Engineers in Large Organizations: The Pinto Case",
in *Ethical Issues in Engineering*, ed. Johnson, D. G., Prentice Hall, pp. 175-186.
- 新田久美子 (2000):「生コンクリートの品質保証システム確立への最近の動向」より
『月刊生コンクリート』2000年2月号、Vol.19, No.2. 24-39頁。
- Harris, C. E. Jr. etc. (1999): *Engineering Ethics: Concepts and Cases*, 2nd Edition, Wadsworth.
(社団法人日本技術士会訳編『科学技術者の倫理: その考え方と事例』
丸善株式会社、1998年)。
- 札野順 (1999):「我が国の工学関連学会の倫理綱領をめぐって」『日本機械学会公開研究会・
講演会: 講演論文集』1999年11月21日、No.99-64, 37-42頁。
- 札野順 (2000):「技術倫理の構築に向けて」『日本機械学会誌』Vol.103, No.974, 24-26頁。

出口康夫氏からいただいた適切なアドバイスに感謝いたします。

(関西大学・京都女子大学・龍谷大学非常勤講師)