

ものと考える。

たとえば音響材料（吸音・遮音材料）を考えた場合、研究成果は音響専門家の机中に収められているような感じで、設計者の利用という点においても一歩というような気がする。防火・耐火材料、断熱（保温・保冷）材料などにおいてもこのような傾向がみられる。

これらはもう一歩突込めば、単一材料ということではなくて、音響構法に、防火・耐火構法あるいは断熱（保温・保冷）構法につながり、何れもBEに到達する。このことからBEを構成する基本的な単位（材料・構法）は材料の領域に包含されるべきものである。

音響専門家は設計者の意図に基づいて空間の形状、吸音面の設計などを行ない、防災専門家は災害の際の人間の心理的・肉体的反応あるいは災害をさけるための方途、避難の具体的方法、防災設備などについて設計者に協力する。防火・耐火被覆などについての実験・研究の成果は構法の問題としてもっと普及される必要がありはしないか。同様なことは熱、光などの関係においてもみられるように考える。

最近プレファブの版が使用されるようになったが、これらはすべて材料に属し、当然のことながら版のジョイントは構法に属する。版やジョイントそのものの開発は材料・施工、構造、計画、経済などの分野で協力して行なうのが望ましいが、これらがまとまった時点においては材料・施工から引きだすようにする。構造専門家はこれらの版を用いて構造物をつくる際、力学的な取扱いについて設計者と協力することになる。

BEについて一言、基本材料（単一材料）の性質・性能のみをもって、材料をえらぶことは困難になっている。たとえば耐水性を必要とする床のビニールタイル張にしても、タイルに耐水性があるからといって耐水性にとほしい接着剤を用いたのでは、できあがった床に耐水性を与えることはできない。また床の踏み心地は同じタイルを用いても下地によってかなり相違するという。伝熱・結露どの一つを取り上げても単一材料の性質だけでは処理できない。このようにどうしても構法に密着した材料のえらび方がなされなければならない。ここからBEに要求される機能（BE—例えば壁—にはどんな機能が要求されるか？）と要求された機能を満足させるための材料・構法が必要となる。BEに要求される機能の分析は計画の問題として研究され、要求された機能を満足するところのBEとしての基本単位（材料・構法）は材料・施工の問題として追究し、得られた基本単位は材料・施工の机の引き出しに入れ、設計者に提供する。

複数の領域にまたがる問題については、最もかかわり合いの深い部門にいったんかえして、そこから引き出してゆくような組織・態勢を学会全体で考える必要がありはしないか？ 論文の発表部門についても、発表者の意志を尊重し、かつそれぞれ適切な部門にかえせるような方法を考えるべきである。

分化と統合とが繰返されるのは歴史の常であるが、現在の材料界はまさに統合の必要なとき

である。

●材料の選択基準

“材料の選択基準が欲しい”というのは誰もが抱いている要求である。これに答えるべく、冒頭であげたような種々のえらび方に関する試みが提案されているのである。そうしてその端緒は開かれつつあるが、未だ道遠しの感が深い。その原因は建築の多面性、多様性につながるものであるからすぐに求め得るものではない。とくにBEに要求される機能の分析は工学的な要求だけでなく、入間の感情にかかわり合いをもつことがら、例えば材料表面のはだざわり、質感などが入混じり、この分析は未解決のままになっている。

したがって要求が完全に分析されないのにこの要求を満足するBEを決めることは難しく、材料の選択基準もまた難行をきわめている。

当面それぞれ「材料べからず表」のようなものを作って大きな誤りを侵さないようにし、それ以外は経験によって設計しているようである。チェックリストはこの発想によるものである。

材料のえらび方に関連して大切なことは、単一材料の性能試験もさることながらBEの性能を試験する方法の確立と、既存の建物あるいは建物のとりこわしに際し、材料および構造の経年変化を調査研究し、資料を積み上げることである。

●新材料の開発

新材料の開発にあたっては、かなりの年月をかけて実験、試用を行ない、材料の潜在的欠陥、特に直接人命にかかわるような欠点は顕在化させないような方法（構法、使用規制など）を開発せねばならない。最近のビル火災において有毒ガスにより人命が失われたというニュースに接するたび、この配慮に欠けていたことを悔やみ、深く反省する次第である。

本文はたまたま筆者がいわゆる“材料のえらび方”について、これまでに意見を公表しておらず、比較的自由的な立場にあるというようなことから指名されて執筆することになった。材料のえらび方については、建築雑誌主集“材料をいかに選択するか”（1968.5）、においてそれぞれの立場から論ぜられている。本文執筆に際し、ご教示を受けるところ多大であった。

巻頭言

建設廃棄物の資源化をめぐる

建設廃棄物には、コンクリート塊、古木材、金属類など多様なものがあります。これらのうち金属類の他はほとんどが、埋立、その他へ投棄されたり、焼却処分されており、省資源・省エネルギーの叫ばれている昨今、誠にもったいない話です。ここでは、コンクリート塊と古木材の資源化をめぐる、最近の経験やら問題点をのべてみます。

もし、あなたが“解体によって排出されるコンクリート塊や木材の量は年間どのくらいありますか？”と質問されたならば、恐らく返答に窮するでしょう。実は誰一人として正解者は居ない筈です。それは根拠となる信頼すべき統計がないからです。その量を建物の除却面積その他から見当をつけると、“絶対容積で、コンクリート塊は約400~500万 m^3 。古木材は約500万 m^3 程度”としかいえません。統計の整備を国が中心になって行なうべきです。

解体したコンクリート塊の再利用については、近く建築業協会から「再生コンクリートの使用基準(案)」が公表されますが、この基準は三年間掛けて、かなり詳細な実験・研究を行なってとりまとめたものです。

一般に碎石の破碎は、インパクトクラッシャーを使って砕くと、粒形がよく、ジョウクラッシャーは良くないとされています。コンクリート塊を破碎するのに最初はインパクトクラッシャーを使っておりましたが、コンクリートの硬い砂利まで砕けてしまいます。たまたまジョウクラッシャーを使って破碎したところ、強度の弱いモルタル部分で破碎し、硬い砂利は砕けないでそのまま残ることがわかりました。要するに、碎石のように均等質の岩石を破碎するとき、ジョウクラッシャーで砕くと粒形が悪くなるが、コンクリートのように軟らかいモルタルと硬い粗骨材からなるものでは、ジョウクラッシャーを上手に使うのがよいという結論になります。このようなことは、はじめは、中々気付かないものです。工学において実験が欠かせないのは、こんなところにあると思います。

再生骨材については、はじめは「コンクリート破碎骨材」と呼びましたが、これを用いたコンクリートは“コンクリート破碎骨材コンクリート”となり、おかしなことになりますので、再資源化を強調して“再生骨材”としました。これを用いたコンクリートは“再生骨材コンクリート”となります。

古木材は、かつては古材屋が引取り、釘を抜いてきれいにして再使用したり、風呂屋の燃料になっていたものですが、この十数年来風呂屋は重油を焚くようになったため引取手がなくな

り、現今では埋立に投棄したり、野積みにして腐らせたり、焼却処分するようになりました。焼却処分というのは、有機物を無機物に還元する方法としては、最も無能な方法で、極言すれば地球上のCO₂ガス濃度を増し、大気の温度をあげるだけです。石油・石炭などによらない有機物の合成は植物の光合成によるしかなく、どんな有機物でもできるだけ有機物の状態で再資源化を考えるべきです。

木材も、チップ状にしてセメントその他の結合材で固めることにより、軽量で釘の打てる難燃性の厚板が作れます。また小割材や小幅板に製材して接着すると集成材として使えます。ところが製材については、鉄・アルミニウム・コンクリート・スレートなどを切る鋸はあっても、古釘があったり、土砂の付着した古木材を手際よく製材する鋸は、今のところ見当たりません。鋸の専門メーカーにも随分頼んでいますが本気になって作ってくれるところはなく、折角のアイデアも壁に突当たったままです。素人から見ると易しいようでも、鉄とコンクリートと木材ではそれぞれ鋸による切断のメカニズムが全く違うといってもよく、この辺りが技術的に困難な点のようです。

省資源、省エネルギーは、人類が末長く繁栄するための最重要課題です。今から各人がこれを強く意識して、できることから始めなければならないと考えています。

追記：1978年頃(株)天龍製鋸にお願いして古材に釘があってもかなり使用できる製材用丸鋸を作っていただきましたが、ニーズがないため製品として販売しているかどうか確認しておりません。

巻頭言

コンクリート非破壊試験の進歩

コンクリートの非破壊試験というと、シュミットハンマーを連想される人が多い。確かにこの試験は、構造体コンクリートの強度推定に多用されてきた。最近では、容易にコアを採取できるようになったため、シュミットハンマーの反発値とコア強度を対比させることにより、推定精度を上げることができるようになった。コアの採取数には限度があるので、シュミットハンマーは多数の箇所に適用できるところが有利である。

コンクリートの音速の測定は、古くから研究されてきた。その結果、調合、乾湿などによって音速は大幅に変わるため、音速のみで強度を判定することは無理なことが明らかになってきた。建築学会では、シュミットハンマーによる反発係数と音速との組み合わせによる圧縮強度推定式を提案している。

現在、音速試験方法は、コンクリートのひびわれ深さと、路盤などの厚さを計る方法として改良が進み、良い精度が得られるようになった。とはいえ、ひびわれ深さについては部材内部のひびわれ幅のごく小さい部分については、ひびわれの有無による音の伝播速度に変化が生じ難いので、この辺りのことについて、さらに実験研究が必要である。

RC構造物の耐久性のうち、特に重要なのは鉄筋のかぶり厚さである。施工の際型わくの中で鉄筋が偏り、かぶり厚さが設計図どおりにならないことがしばしば生ずる。

かぶり厚さが確保されないと屋外コンクリートでは中性化が鉄筋に到達すると、鉄筋の発錆がはじまる。コンクリート中に塩分が含まれている場合、かぶり厚さが薄いとコンクリートの腐食は速い。

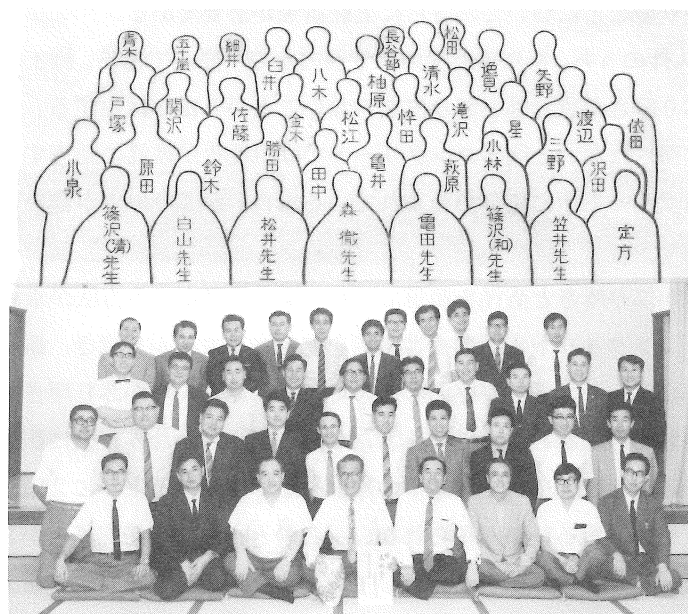
そこで、鉄筋のかぶり厚さと直径を簡単に、かつ正確に測定する方法が求められていた。この方法としては、コンクリート表面に交番磁界を発生するコイルを置き、鉄筋に誘導電流を発生させると、外部に置いたコイルが感応するので、その結界からかぶり厚さを測定する方法が進歩してきた。鉄筋の直径がわかっていると、かぶり厚さはかなり正確に測定できるようになった。鉄筋直径が不明なときや、重ね継手の部分あるいは重なるように2段配筋されている場合は、まだ十分に信頼し得る結果が得られない。このとき、「鉄筋直径とかぶり厚さが同時に未知の両者を正確に測定する方法」を開発して欲しい。最近、建設省土木研究所の小林茂敏氏らは、これについてある程度の成果を得ている。このほか、レーダーによる方法が研究されているが、もう一步というところである。かぶりが非常に薄いところは、早朝太陽が昇る適当な

時刻に赤外線カメラにより撮影すると、かぶりの薄いところはコンクリート表面の温度が少し低いので、容易にわかるといわれている。

腐食位置と腐食程度をコンクリート表面から試験する方法が、RC構造物の耐久性との関係から強く要請されている。電位差を用いた方法が一応試みられているが、まだ満足すべきものではない。

最後に、アメリカ、カナダを中心に非破壊試験に関心が高く1984年にはオタワで国際会議を開催している（論文集はACI SP82）。たとえば、埋込ピンの引抜き力による試験（ASTM 900）やピンの打込み深さによる試験（ASTM 803）が初期の強度管理や28日強度の推定などが規定されている。筆者のところでは、コンクリートに直径10mm深さ40~80mm程度の穴をあけ、でてきたコンクリート粉を分析して、単位セメント量や塩化物量を求めたり、中性化深さを推定した。

さらにこの穴を用いて透気性や透水性に関係する資料を得る試験方法を研究しているが、これらの試験においては程度の差はあるが、構造物全体からみれば、特に問題はなく、コア採取による試験さえも構造耐力上支障のないところから採取する場合、非破壊試験とみることができる。丁度、象から毛を数本抜いても、小さなひっかき傷を作っても、多分、痛くもかゆくもないのと同様である。ちょっと乱暴な話になったが、要するに非破壊といった概念を少し広げたいということである。



建築研究所 森徹先生を囲む白山，亀田，篠沢先生らと松井嘉孝先生，笠井らを含む日大二部出身の職員，学生の集い（1960年代前半頃）

巻頭言

セメント産業はごみ戦争の救世主

東京都のごみの埋立処分場のひっ迫に対処するため都知事 美濃部亮吉は1968 (昭和43) 年、「ごみ戦争」を宣言し、ごみは「自区内処分を原則とする」として焼却場を多数作り、当面する危機を乗り切った。それから30年、焼却場周辺においてダイオキシン問題が発生したり、焼却灰の処分場が無くなってしまった。この狭い島国の「ごみ戦争」はまだまだ終わらない。

ここでは、セメント産業が取り組んできた環境への対応と近年における快挙について述べる。セメント産業が最初に手をつけたのは、第二次オイルショック (1979年) 後、廃タイヤをセメント焼成燃料とすることであった。タイヤは平均30%wtの炭素を含むので燃料としては優れた資源である。廃タイヤは全国では年間約100万tも発生する。この内約27%は破碎して、あるいは原形のまま燃料として用いられている。

次に取り上げたのはパチンコ台であった。パチンコ台は年間約400万台も廃棄される。処分に困った業者がセメント会社に泣きつき、燃料となった。パチンコ台をシュレッダーで破碎し、加熱して加圧押し成型すると、パチンコ台のもっている熱可塑性樹脂が溶けて結合材として働き、棒状の固形物が得られる。これを燃料とする。Tセメントの熊谷工場では年間40万台のパチンコ台を処理している。このほか産業廃棄物として排出されるプラスチックは年間約470万t発生しているが、これは現在セメント焼成燃料とすべく技術開発中である。

さて本論は、都市ゴミの焼却灰や汚泥焼却灰からセメントを作る話である。セメントを1t製造するためには、おおよそ石灰石1,080kg、粘土210kg、けい石70kg、鉄原料30kgを粉末にして、約1450°Cで焼成する。このとき石灰石 CaCO_3 が CaO となるため CO_2 が470kg (CaCO_3 の44%) 発生する。このほか燃料から CO_2 が250~280kg、消費電力分として15kg、セメント1t焼成すると CO_2 が750~800kg発生することになる。これはセメント産業の原罪というべきものである。

この罪に免罪符をもたらすべく挑戦したのが、都市ゴミと下水終末処理場の汚泥焼却灰をセメントの原料の一部として用いることであった。セメントは高温で焼成するので、ダイオキシンの発生はほとんど無い。重金属は生産過程で取り除かれ、精練所に送られ、資源として利用される。既に通商産業省の助成金を得てパイロットプラントが建設され、このエコセメントを用いたコンクリートの性質についての実験は一応終了している。

このセメントは塩分の多い速硬性セメントと、焼却灰の調整と焼成工程を工夫した普通セメ

ントと同等の品質のものがある。前者はブロック、建築用ボードなど無筋コンクリートに用いる。後者は一般鉄筋コンクリートに用いることが出来るという。

このことに着目して千葉県市原市に建設費用約100億円で国が約50%補助してエコセメント工場を建設し、2001年から製品を出荷し、年間1万t生産する予定である。また、東京都三多摩地区（東京23区以外の31市町村：人口375万人）では自治体が協力してエコセメント製造工場を建設することになった。この工場では、毎日約400tの焼却灰を処理し、約500tのセメントを生産する予定である。この工場は2005年頃から操業する予定である。順調に発展することを期待したい。

さらに進んで、生ごみを含む一般ごみや汚泥を脱水したケーキをそのまま燃料の一部としてセメントを製造することが見えてくる。その挑戦は既に始まっているかもしれない。とにもかくにも、環境破壊の問題児のように思われていたセメント産業が「ごみ戦争」の救世主として、登場してくることになろう。



ウルムチにおけるセメント・コンクリートの環境に関する国際会議に出席

随 想

右 と 左

「右手と左手」これらは互いに対称になっており、仲良く仕事をしています。足でも、目でも、耳でも同じことがいえるわけです。大空を飛ぶ鳥や飛行機の翼は左右仲良く働いて、ご主人様を落とさないように頑張っておりますが、同じ翼でも、政治団体の右翼と左翼は犬猿の仲ということになります。

ちょっとやわな話になりますが、男のシンボルは人によって、右向きの人と左向きの人があるようですが、“お前のはどっち向きだ”と聞かれても、大方の人は即答できないでしょう。かくいう私も、“おかみさんに聞いてくれ!”とでも答えるほかはありません。男と女の話となると、“右に寝るのと、左に寝るのではどっちがよいか”なんていわれますと、右に寝ると「右手を自由に使えるので具合がよい。特にシンボルが左向きの人にはよい」なんて思って励行していますと、とんでもない落とし穴があって、“いつも心臓を下にして寝るので、寿命を縮めますよ”ということに相成ります。

若い頃、お風呂屋の男湯と女湯の右と左の関係はどうなっているかを調べたことがあります。結論は左右一定しておりませんでした。これは「江戸末期以後越中や越後から江戸に出て来たお風呂屋の先祖が、男湯を右においた一派と、左においた一派とがあって、以来先祖伝来の仕来たりを守っているものであろう」なんて考えると楽しくなりますが、「平面計画上、見通しのよいほうを男湯にした」なんてことになると、夢も希望もありません。だいいち、ウーマンリブの活動家に“差別だ!”と袋叩きにされます。

皆さんは、桃の節句に飾る内裏雛の「雄雛」と「雌雛」は向かって左右いずれにいらっしゃるかご存知ですか。答は、雌雛は雄雛の左にいらっしゃいます。私どもから見ると、雄雛は左、雌雛は右にいらっしゃいます。正月元旦に天皇御一家がお立ち台に立たれるときも、やはり同じように立たれます。昔からこのようにしてきたものでしょうか。神前結婚式でも、仏式でも、キリスト教式でも、新婦は新郎の左側に立ちます。神様や仏様から向かって見ると新郎は左、新婦は右に立つことになります。洋の東西を問わず同じというのも、興味深いことです。近年はやりの人間工学によって考察すると、どうなることでしょうか。どうもこれらは、さきの男と女の関係に返されてゆくようでもあり、大変愉快なことです。

子供の時からの疑問のひとつは、着物の着方でした。左前に着物を着て母に叱られたものです。左前に着物を着るとするのは、左手側を下に右手側を上重ねて着るのですが、幼心に納得がいかず、「左を上重ねるならいざ知らず、左を下に着て、左前とはどうしたことだ」

と、反発していたためか、いつまでも同じ間違いを繰り返したものです。これは「手前」などというとき、自分の身体に近いほうを「前」というためでしょうか。最近では、着物を着るのは正月くらいですが、間違えることはありません。日頃洋服のボタンは右を下、左を上を掛けるようになっているからかも知れませんが、それにしても女性は和服を男性と同じように重ねて着るのですが、女性の洋服は左を下、右を上を重ねて着ます。女房のセーターなんかをいきがって着ようとする、どうも調子が悪いことになります。

総理大臣「善幸さん」と奥様の「さちさん」が、内外の名士をお招きして、その面前でジャンケンをして、勝ったほうが好きなように男女の服のボタンの掛け方を統一すれば、それだけ省資源になるかも知れません。

近年ブームのジョギングの走る方向は、人によって違うようですが、左回りが多いということを知っています。小生も、たまにジョギングをしますが、右回りに走ってしまいましたので、「俺はへそ曲がりか？」と考え込んだことがありました。これは、走路の地形を考えたうえで走る方向を決めたものであります。始点と終点は同じ地点だから、走り終わったときの人体の位置のエネルギーは同じですが、走り始めに急な坂を下って、その後順々に登って行くか、スタートからゆっくり下って行って、最後に急な坂を登るか、二者択一をした結果、右回りをとったままで「へそ曲がりではないぞ」と、自らを納得させていますが、皆さんのご判断はいかかなものでしょう。

さて最後に、とっておきの話をひとつ…。皆さんは、白鳥や鶴が片脚で氷の張ったような寒い沼などに立っている絵を見かけるでしょう。あれは右脚で立つのでしょうか、左脚で立つのでしょうか、あるいは左右交互に変えるのでしょうか。もし変えれば、それは、脚が疲れるので、時々休ませるために変えるのでしょうか、それとも足が冷えてくるので、時々冷えた足を暖めるために変えるのでしょうか。

答は、山階鳥類研究所によると、鶴、鷺、白鳥などは、片脚で立ちます。これは夏でも冬でも同じですが、左右の脚は交互に変えるようです。それは、疲れることと、立っていたほうの足が冷えるため暖めるものようです。片脚で立っているとき、起きていることも、眠っていることもあります。

足の下の水が溶けないのは、脚のつけ根の辺りで40℃位の心臓からの暖かい動脈血と、足の先からやってくる冷えた静脈血との熱交換が行われ、足の先に行く血液は冷えた状態で供給されるためです。そのため凍傷にもならないということでした。この熱交換はデミコンヒーターと同じ理屈で、動脈の周りに静脈が網の目のように配置されて行われますが、これは体温を低下させない働きもしております。このように、片脚で立つのは夏冬いずれの場合もあるようですが、特に冬期の体温の放散を減らすのに有効であろうとのことでした。

(日本大学生産工学部建築工学科 教授 工博)

随 想

とっておきの話

大学を卒業してから39年になる。コンクリートとの付き合いは40年以上である。この機会に思いつくままに、私の「とっておきの話」を披露したい（コンクリート関係者でないと、読んでも面白くないのでご寛容を願いたい）。

その1：近年、建物の解体とか建設副産物の再利用促進がブームのようである。私と解体の付き合いは1955年頃、松井嘉孝先生（私の直接の恩師）が、小野薫先生（構造力学：撓角法の研究で有名）とお話する機会があり、そのとき「これからは建物の解体が面白いよ」という話を小野先生がされ、それを私に漏らされたときに始まる。何かないかと、考えをめぐらすうち、「鉄筋に電流を通して加熱すればボンドがなくなり、解体が容易になるのでは」と思いつき、 $\phi 5 \times 10 \text{cm}$ のモルタル円柱の中心に5寸釘を埋め込み、溶接用トランスを使って加熱したところ、パチッと音がして割れた。

これはいけると思ったが、本格的に実験を始めたのは、1963年頃であった。オリンピック関連工事でRCの解体の話があったのに刺激されたように思う（最初の論文は1965年6月、建築学会関東支部で発表）。実験を4年間くらい行い、 $30 \times 30 \times 30 \text{cm}$ 供試体によるボンドやひびわれの実験は終了し、小型のはりの実験も行った。当時、建築学会の年次講演会で、一番前に座っていたらしゃった坂静雄先生が、「これは面白いよ」と言われたのが昨日のこのことである。その後建築業協会でも実験をさせていただき、さらに1982年頃から、ある会社の原子力部と共同で研究させていただいた。実用化に漕ぎつけたのは1988年のことであった。この年度のJCIの技術賞をいただいた。最初の着想から30年以上になる。

コンクリート解体物の再利用は昨年「廃棄物処理法」が改正され、全面的に再利用することになった。私が初めてこの実験を行ったのは1971年のことであった。その後建築業協会でも共同実験を行ったり、総プロの実験に参加させていただいたが、想えば20年前のことである。

その2：コンクリートの初期強度の実験を初めて行ったのは1960年の暮であった。ある会社の技術部の校友K氏が「2月にスリップフォームによる施工を行うので、低温時の初期強度発現のデータが欲しい」ということであった。とりあえず $5 \sim 20^\circ \text{C}$ の実験を行ったところ、温度によって整然とした結果が得られた。そこで年が明けてから 35°C までの実験を行い、1961年度セメント技術年報に報告した。以後、条件を変えて実験を続けたが、あるとき、日頃から尊敬するO先生から、「コンクリートは固まってから使うものだが、硬化中の性質を研究して何に

なるの？」といわれた。いささかむっとしたが、「それでは……」ということで、「コテ仕上げの時期」、「打継ぎ許容時間」、「初期凍害」、「型わく脱型時間と強度」などの実験を行い、その後「初期引張、伸び能力」などの実験をこなし、現在も続けることになった。この研究は小生の学位論文（1969年）になり、その後1973年度建築学会論文賞をいただいた。これも最初に話を持ち込んでくれたK氏と途中でパンチをいただいたO先生のおかげである。

その3：コンクリートの塩分試験紙の着想を持ったのは1972年、現JCIに「海砂に関する調査研究委員会」が発足し、1973年2月、N先生のお供をして沖縄へ調査に行ったり、1974年山崎寛司氏とヨーロッパに骨材の塩化物の調査に行ったが、その頃「リトマス試験紙と同じように塩分を測れるぞ」と思いつき、早速Tろ紙会社と共同で実験に取り掛かり、2年ほどして完成した。これは、1981年頃から売れだし、1986年までかなり売れた。特許関連で若干小遣いをいただいた。コンクリートの耐久性関係の研究では何かとK先生のご配慮をいただいた。

その4：わが国で頁岩を焼成した人工軽量骨材の製造が始まって間もなく、この骨材を用いて凍結融解試験を行った。試験を始めて間もなくポップアウトが発生し、やがて供試体が割れて破壊するものを生じた。破壊したところに濃褐色の粒が存在し、これをメーカーに検討してもらったところ、未膨張品であることがわかった。1967年1月、第1回生産工学部学術講演会に報告し、たまたま学振建設材料76委員会で報告した。会議の席上は何も反応はなかったが、終わってから、委員長であったK大先生から、「あれは特別の例ですよ」と念を押された。メーカーから研究費を一銭もいただいていたが、私自身もこの時期にネガティブな結果を広く知らせることはどうかと思っていたので、よくよくメーカーに対応を誤らないように伝えて、その後この話をしたことはなかった。以後25年くらい経過したが実際に大きな問題を起こしたとは聞いていないので、ここに紹介した。

その他：混和材料（剤・材）の勉強を大学卒業以来続けているが、これは森 徹先生のおかげである。1955年頃、建築学会に「表面活性剤研究委員会」を作られ、その手伝いをするようになってからである。この研究委員会はその後名称を変えて約10年間続いた。

さて誌面も尽きたが、最後に失敗談をひとつ……。1962～1963年頃だったと思うが、齋藤謙次先生（構造力学：異形ラーメンの計算法を開発）が、鋼繊維を持ってこれ、「校友がこれを米国に輸出しているそうだが、モルタル壁のひびわれ防止に使えないか」と話があった。当時若気の至りで、「コテで塗ることは無理」とか、「かぶりの少ない鋼繊維はさびてしまいます」とか言って断わった。もし食いついていれば、おそらく日本で一番早く鋼繊維補強コンクリートの研究を始めていたかもしれない。

「チャンスはいつやってくるかわからず、いつ去るかわからない！」それにしても、私などコンクリート全盛時代に生きて何やら諸先生はじめ皆さんのおかげで、「生かしていただき」

感謝にたえない。

(かさい・よしお/正会員 日本大学教授 生産工学部)

文中、松井嘉孝先生のほか、実名の方は全員故人。2008年現在、O先生（大島久次），N先生（西忠雄），K先生（岸谷孝一），K大先生（国分正胤）の先生方何れも故人となられた。ここに記して謝意を表します。



1960（昭和35）年頃の理工学部建築学科の先生。私は1948（昭和28）年から1966（昭和41）年まで理工学部に在籍した。ここに示す先生方は当時専任講師以上の先生方のようにあり、建築教室の旅行のとき撮影されたものである。前列左から3人目から、木村翔、小林文治、山戸清喜、細谷隆二、井出好昭、後列左から、西村敏雄、榎並昭、笠井、廣瀬力、1人おいて小野新、近江栄、1人おいて小林美夫、その前が市川清、右後方へ松井嘉孝、宮川英二、宗正敏、1人おいて向後豊次、木下茂徳の各先生

随 想

この社会は病んでいる 子供こそ社会を救う力

この社会は病んでいる

外見では健康そうに見える人が、実は心の病に苦しんでいる。身近にも何人かいると思う。1970年代から'80年代前半の経済大国日本の面影は今はない。日本列島隅々まで土地神話に踊らされ、あげくの果て、地の果てまで土地とあれば買いたった時代、あれはなんであったか。

バブルがはじけて、不良資産というつけを背負わされ、リストラが始まり、失業という当事者にとっては最悪の事態が現実になんてやってきた。高校・大学を卒業しても就職できない若者が生まれてきた。JRの駅で、まだ20歳代の身成りもきちっとした若者が、ゴミ箱をあさり雑誌や漫画本を拾っているのを見て胸が痛んだ。いくら稼げるものか。若者が働きたくても職がない。この国はどうなってしまったのだろう。

「むしゃくしゃしたので人を殺したくなった」、「子供は楽に殺せるので子供にした」こんなことを言う異常者は、この国には居なかった。近親者や世話になった人さえ殺してしまう。こんなことが毎日のように起きている。「この国の社会は病んでいる」というより「世界が、そして人類は大病にかかっている」と言ってよい。大人達の仕事のストレスと過労死、子供達の進学ストレスやいじめと登校拒否、これらはどれをとっても見過ごすことはできない。人間社会に押し寄せている病気の危険信号ではないか。

自分自身を健常者と思っている人でも実は程度の差こそあれ、ちょうど大気汚染に侵されているように、じわじわとその心をむしばまれている。どうしたらこういう状況から脱出できるのか！それはまさに、人類の存続のため大人が考えねばならないことである。

子供こそ社会を救う力

ここでは、将来この社会を担う子供の教育ということに視点を置いてみよう。「子は親の背中を見て育つ」これは古くからの諺で、その通りと思うが、毎日の新聞、テレビに見られるように、大人は子供達に訓話をする程に立派なものであろうか。それでも、われわれは何かしなければならぬ。

ものごとは始まりには、きっかけが必要である。そのひとつに「感激」とか「感動」がある。魂をゆさぶられるような「精神の衝撃」を与えることができるか、私自身の少年時代の体験からも、泥だらけになってたんぼをはいずりまわって田の草をとったり、うなぎをとる釣り針を夕方川に仕掛け、翌朝薄明かりの中を仕掛けを上げにいく、一夏繰り返しても2~3匹しか

取れなかったが、今思えば、「自然と遊ぶ心」、「自然との共生」、「自然への愛」、「自然への畏怖」が生まれたように思う。自然には計り知れない節理が働いていることを学びとったと思う。

小学生から中学生のとき、夏休みや冬休みに同級生あるいは幼い者から年長者まで一緒になって合宿生活を送ることなどは特に大切なことと思う。そして「人間は一人では生きられない」、「私はあなたを大切な友人と認めます」、「あなたも私にそうしてください」こうした相互信頼感や「他人を自分と同じように大切に作る心」そういう心を育てることが大切である。

創造力を養うこと

人間が今日の社会を築いた原動力のひとつに「創造活動」があると思う。創造とは「新たに作り出すこと」である。ことの大小、結果の如何にかかわらず新しいものを生み出す力、そのような意欲を大切にしたい。

本来、子供は目を輝かせ、何事にも好奇心をもつものであるが、大きくなるにつれてその心が失われてしまうことはないか、大人達がいろいろなブレーキを掛けているのではないか。友達と無我夢中になって遊び、議論をし、何かを一緒に創る活動を通じて、自分の得意、不得意を悟り、そこに全体と個のあり方を挫折と辛抱を通して学ぶことが大切である。

次の世代を背負うのは子供達である。私達大人は戦争とか、バブルとか、ひとりひとりの仕事や病気などの多くの試練を越えてきた。そういうものを次の世代に伝えてゆくべきものと思う。

(かさい・よしお／名誉会員 日本大学名誉教授)



これからの日本はこの少年たちの双肩にかかっている

「シンポジウム コンクリート構造物の非破壊検査への期待 論文集」

(社)日本非破壊検査協会 (2003. 07)

解 説

鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会の 生い立ちとシンポジウムへの期待

1. はじめに

コンクリートの非破壊試験は、構造物の耐久性診断、保守・管理、補強工事などに際して、主として構造的条件を確認するために必須の試験方法である。

この試験方法の重要性は、1970年代に入って、RC構造物の塩害、アルカリ骨材反応による劣化、コンクリート工事期間の短縮による、ひびわれ、強度不足など、社会的に大きな問題が次ぎ次ぎと生じ、注目されるようになった。

ここでは、この委員会の揺籃時代、009コンクリート特別研究委員会時代から今日まで、主要な配布資料、これまでの調査・訪問先、などについて述べる。

2. 揺籃時代

昭和59年(1984)7月、石井勇五郎先生(本会元会長、東京工業大学名誉教授、当時日本大学教授)が主催されていた日本技術検査協会は「コンクリート構造物の非破壊試験講習会」を開催した。当時、コンクリートの劣化が社会的に大きな問題となっていたときであった。先生はこのことについて、本協会の「非破壊検査」Vol.34, No.10に「コンクリート構造物の非破壊検査特集号を組まれ、巻頭言の最後に「…多くの読者の関心を得てこの方面の技術の進歩が一日も早く達成されることを念願する次第である。」と結んでいる。

本協会は金属の非破壊検査については、わが国で唯一の専門学会であったが、鉄筋コンクリートの様に複雑な複合材料について本格的に関心を示す会員は極めて少なかったと思われる。この時期に「コンクリート構造物の非破壊検査」を正面にすえて、特集号を編集されたことについては、「先見の明があった。」といわざるを得ない。

RC構造物の非破壊試験について土木・建築技術者は、既に1930年代後半から衝撃弾性波をブラウン管に影像させる方法により研究し、高林利秋氏は満州で音速の実験を行っている。1950年代からは、共振法による供試体の動弾性係数の測定、表面硬度法や反撥硬度法(主としてシュミットハンマー)による強度推定などが研究されていたが、非破壊検査を専門とするこの学会に取上げられることはなかった。

筆者は以前からコンクリートの非破壊試験について勉強してきたが、石井先生から直接指名

され、お手伝いすることになった。当時004（保守検査）特研の中にWG-9がつくられ、主査は三菱セメント(株)の役員を務められた木村恵雄先生であった。ちなみに004特研のコンクリート構造物についての非破壊試験の発表活動は1985年度25編、1986年度は13編、1987年度1編、1988年度16編、となっている。1988年に至り、木村先生は八王子に住まわれ、大変だということで、筆者に引継ぐことになり、石井先生は1988年度末で任期満了となり、主査を宮川一男先生に引き継ぐことになった。

これを機会にかねてから懸案であった「コンクリートの非破壊試験特研」を創設することになった。当時はまだ建設業はいくらか余裕はあったが、筆者は半年位の間、機会をとらえては建設業の研究所、検査会社などをお願いして歩いた。かつ、004-WG9の5年間の活動を引き継ぐことができ、平成元年（1988）4月から「009コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会」として発足することができた。

3. 009コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会時代

「鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会」は当初「009コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会」と称し、第1回研究委員会は平成元年（1988）5月24日（水）13：30～17：00、東京都産業厚生年金会館で開催した。

出席者は97名であった。創立時の企業会員数は約100社であった。この時期はバブルの最終時期であったが、多数の企業に参加していただいたことに感謝致します。

研究発表者、発表題目は以下のようでありました。

資料No.	課目	勤務先・氏名	頁
009-1	009特別研究委員会発足に寄せて	009特別研究委員会 委員長 笠井芳夫	1
009-2	土木における非破壊検査の現状とニーズ	東京大学生産技術研究所 魚本健人	2
009-3	建築における非破壊検査の現状とニーズ	三重大学工学部 谷川恭雄	3
009-4	コンクリート構造物の放射線による非破壊試験の現状	日本工業大学 水沼 守	16
009-5	検査技術の現状(2)超音波による探査	東京理学検査(株) 富士 岳	25
009-6	電磁誘導試験法によるコンクリート構造物の検査の現状	日本大学生産工学部 小井戸純司	49
009-7	レーダーによる探査	日本無線(株)研究所 高良正一	54

本特研の当時の目的および活動方針は以下のようであった。

目的：コンクリート構造物の非破壊試験に関する検査・研究・情報交換を通じて非破壊試験技術の開発・向上に寄与する。

活動方針：この委員会の活動方針の概要を示せば以下のようである。

- (1) 委員会の目的の達成のため年4回（3ヶ月に1回）定例の研究委員会を開催する。
- (2) 研究委員会において最新の情報を得るため、建設業界・測定機器メーカー、コンサルタントなどの研究者、現場技術者を数名講演者として招聘し、講演、討議の場をつくり、自由な討議を通じて、非破壊検査関係技術者の相互研鑽の機会をつくる。
- (3) 必要に応じワーキンググループをつくり、非破壊検査技術の新しい発展に対応する。
- (4) 外部からの委託研究などの要請に対応する。
- (5) その他

幹事会・委員会の運営および活動の具体化については、幹事会の討議を経て行う。

RC構造物の非破壊試験の研究の主要な関心は年代と共に移って来るが、委員会の資料にもとづき活動の一部を示せば以下のとおりである。

（「4. 主要な配布資料」「5. 現場調査，研究所訪問など」「6. NDIS素案の作成」は省略した。）

7. シンポジウム提出論文の分類

試験項目・試験原理・試験方法などによる分類

表-1はRC構造物の非破壊試験に際し、主要な試験項目に対応する試験原理，試験方法の例など示すものである。この他にも国際的な多数の提案があるが、日本で用いられているものは、この程度と考えられている。

試験目的・試験手法・試験対象による分類

シンポジウムに提出された論文を分類すれば表-2のようである。試験目的によってそれぞれ集計すれば以下のようである。

強度推定	：14題	硬化コンクリートの調合	：4題
鉄筋探査	：10題	コンクリートの品質	：3題
内部欠陥の検出	：13題	その他	：15題
グラウトの充填評価	：4題	合計	：63題

圧縮強度の推定と配筋及び鉄筋径・鉄筋腐食などの鉄筋探査，及びPCグラウト，ひび割れへの注入深さ，内部欠陥の検出，コンクリートの調合などに関する論文が多い。この他に分類の難しいものが幾つかある。

RC構造物の非破壊試験は、標準供試体（一般にφ100×200mm供試体）を採取して圧縮強度を試験したり、コンクリートをはつつて配筋や鉄筋の腐食などを試験する方法に比較して、完全に非破壊か、小径コアの採取、小孔の削孔などのように微破壊により、コンクリートの強度、

表層調査，内部探査が可能である。これら3要因と，構造物の劣化状態の調査，耐久性評価，残存寿命の推定，補修・補強などに関する有効な資料を得ることができる。これらの相互の関係を示せば図-1（掲載略）のようである。

8. シンポジウムへの期待

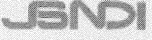
シンポジウムの案内は昨年5月ごろからはじめた。当初応募論文数の予測が難しかったのが，会期を2日間とった。これは，発表論文数が少ないときでも十分な討論の時間を確保することができるようにと考えたためである。幸い発表論文は60題を超え，2会場とし，1題の発表時間は約20分となった。発表論文の分野はコンクリート全般に亘っているが，欲を言えば，各種構造物への適用例が更に増えないものかと考える。

次に1年以上も前に，経費の安い，そして交通の便利の良い会場を設定するためにいろいろ検討した。最終的には，日本大学理工学部建築学科清水五郎教授にお願いし，「大学の前期試験の最終日であるからどこか空き教室を用意しましょう。」ということで，駿河台の日大校舎とした。幸いにも本年5月になって，新館2階の教室を都合をつけていただいた。会場は空調，OA機器が整備されており，本当によかった。清水五郎教授をはじめ理工学部の関係者に心からお礼を申し上げます。

今後2～3年に一度位，シンポジウムを開催できないものか，そして，この特研の活動が更に活発に発展することを期待しております。

この特研が発足してから既に15年を経過した。これまでNDI事務局その他から，「シンポジウムを開きませんか?」と言われてきたが，特研のポテンシャルがなかなか成熟せず，踏切れなかった。

今回のシンポジウムは池永博威特研主査をはじめ，幹事会委員の賛同があり，実現することができた。特研委員各位ならびにNDI事務局の関係者に感謝しております。

 <p>シンポジウム 「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」 論文・機器展示などの募集(第1回案内)</p> <p>開催日: 2003年7月30日(木)～31日(木) 開催地: 日本大学理工学部駿河台校舎(東京都千代田区) 主催: (社)日本非破壊検査協会 協賛: (社)土木学会、(社)日本建築学会 (社)日本コンクリート工学協会、 (社)セメント協会、(社)日本材料学会 (社)全国生コンクリート連合会</p>	<p>組織委員長: 笠井方夫(日本大学名誉教授) 委員: 池永博威(論文審査委員会委員長・千葉工業大学)、魚本健人(東京大学)、大田貴郎(日本工業)、大津政康(熊本大学)、大田昭明(東京工業大学)、藤田敏郎(岐阜大学)、菅野区(日本道路公団)、毛見虎雄(ものづくり大学)、小井戸純司(日本大学)、國府勝郎(東京都立大学)、小林幸一(セメント協会)、小林信一(クレオ建設)、込山貴仁(コンステック)、清水五郎(日本大学)、舌間孝一郎(前橋工科大学)、十代田知三(芝浦工業大学)、竹中克巳(非破壊検査)、棚野博之(国土交通省)、谷川恭康(名古屋大学)、田村博(日本建築総合試験所)、月永洋一(VPI工業大学)、辻正哲(実行委員会委員長・東京理科大学)、鳥取誠一(鉄道総合技術研究所)、中田善久(ものつ</p>
--	--

シンポジウムのパンフレットより

随想・研究

タイルの浮き・剥離は永遠の課題か

タイル張りは積上げ張り（ダンゴ張り）からはじまった。施工後60年、70年と経過しても健全なものもあれば、2～3年で剥落したものがあつた。積上げ張りはエフロレッセンスの発生があり、施工手間が掛かり過ぎ、熟練工がいなくなったため、1950年代後半から、新工法が次々と提案され、今日に至つた。

新工法はそれぞれ改良されているが、普及してきた頃に、発生確率は少ないが浮き、剥落を生じ、建物のオーナーや施工者は多大な損害を被つた。従来のタイルは裏面がフラットであつたが、裏足をつけるようになり、更に足裏に蟻をつけるようになった。

張付け工法については、2尺×6尺の杉小巾板の型わくの時代には型枠組立の際の食い違いによって生ずるコンクリート面の目違いを修正するため、必ず下地調整モルタルを塗ってからタイルを張つたが、合板型わく、鋼板型わくでは目違いや凹凸が著しくない限り直接張付けるようになった。究極の工法として型わくにタイルを先付けしてコンクリートを打込む工法が開発された。主要なタイル張り工法を以下に示す。

- 改良積上げ張り：張付けモルタルをタイル側に塗りタイルを押付ける。
- 圧着張り：張付けモルタルを下地側に塗り、タイルを押付ける。
- 改良圧着張り：張付けモルタルを下地とタイル両面に塗り、タイルを押付ける。
- 先付け工法：型わくにタイルを先付けし、コンクリートを打込む。打込みタイル工法ともいう。以下タイル張りの不具合発生について、気付いたことを述べる。

タイルの浮き・剥離について

タイルの浮き・剥離は下地調整モルタルが浮いてくるか、タイル張付けモルタルが浮いてくることが多い。この場合ある程度の面積で浮いてくる。これは杜撰（ずさん）な施工と後述するように、ディファレンシャルムーブメントによるものと考えられる。

下地調整モルタルの浮きのきっかけは、下地コンクリートの不陸、段差、離型剤の残存、コンクリートの表面強度の不足、湿潤養生の不足、初期凍害などであろう。またモルタルの調合不適、セメント量の過多あるいは過少、混和材の過多、有機混和剤の不適、モルタル軟度の不適、下地コンクリートの水湿し不足、施工時の気温、日照、風速などの影響であろう。このほか左官業者とタイル業者の分業による責任転嫁問題がある。

タイル張付けモルタルの浮きについては、先に述べた下地コンクリートの不具合や、下地調整モルタルの不具合があり得る。その上張付けモルタルの調合、混和材料の不適合、施工時のモルタル表面の乾燥・薄皮（スキーンニング）の生成などがある。

このほかコンクリートと下地調整モルタルの間、あるいは張付けモルタルと下地あるいはタイルとの間に雨水が入り、凍結融解などによって浮いてくることもある。

タイルと下地とのディファレンシャルムーブメント

全てのタイル張りにおいて、タイル仕上げ層と下地コンクリートとの温度差による熱膨張、冷却収縮による剪断力の繰返し、あるいは下地コンクリートの乾燥収縮や自己収縮とタイル仕上層の収縮の相違などによる剪断力の発生などによって徐々にタイルの付着力が低下し、やがて剥離すると考えられ、これについての解析も行われている。この応力は、先付けPCa版の場合、版の周縁部において集積され大きくなる。裏足が破壊したという報告もある。浮き・剥離試験方法については更に工夫が必要と思う。

タイルの所要接着力は？

タイルの接着力は通常 10kgf/cm^2 以上必要とされている。タイルそのものの面質量は $3\sim 5\text{g/cm}^2$ しかないので、下地コンクリートとタイルの間に特別な力が作用しない限り、浮いたり、剥落することはあり得ない。

この接着力が大きければ大きい程、下地とタイル間の剪断力に耐え得るということであろうか？ 接着力を大きくするか？ 作用する剪断力の緩和を計るか？ 多分後者の方が有効な気がする。「タイルの浮き・剥離の原因は、接着材料に頼り過ぎ、杜撰な施工と熟練工の減少などによる。」との指摘がある。

目地の深さ

「目地の深さはタイル厚の $1/2$ 以内とされ、深目地としない。」とされている。目地にモルタルが詰まっていると、例えばタイルが浮いても周縁で拘束され、剥落することは少ないと考えられる。しかし、目地のモルタルは、タイル相互の結合を強固にし、変形を拘束する。ディファレンシャルムーブメントによる剪断力に対し目地モルタルは不利に作用し、PCa版の周縁のタイルと下地コンクリートとの間の剪断力が大きくなる。この立場からは、深目地の方が有利であるがタイル裏面への雨水や海水のしぶきなどが流入し易くなる。深目地で、水が裏面へ回らないような工法はないものか。

PCa版へのタイル直張り

バブル期の建築ブームの頃、タイル先付けPCa版の製造が間に合わず、経費も安いという理由で、PCa版取付後、ポリマーセメントモルタルを用いてタイルを張り付けた。ところが4、5年にして剥離し、全面張り替えという不具合を生じた。原因は、コンクリート面が平滑であ