

特集 市町村からの分権改革

スキルアップ

(2012年)キャリア・アップへのビジョン

月刊

ガバナンス 1 月号

Governance

*21世紀の地方自治を創る総合情報誌 No.129/2012

特集

市町村からの分権改革

逢坂誠二／露木順一／大森 彌
今井 照／提中富和／青木宗明
江藤俊昭

スキルアップ特集

2012年 キャリア・アップへのビジョン

▶平成につぼんの首長

北海道ニセコ町長 **片山健也**

▶「地方主権」へのビジョン(特別編)

東日本大震災復興対策担当大臣

平野達男

一九九九年六月一六日第三種郵便物認可
二〇一二年一月一日発行(毎月一回一日発行) 通巻第一五三号

資材としての品質を高め、差別化を図ることが活用促進のカギ



丸山 暉彦氏 長瀧 重義氏

丸山 暉彦氏 長瀧 重義氏

に聞く

良いコンクリートには良い骨材が必要

長瀧先生はコンクリート研究の第一人者ですが、建設資材として良いコンクリートとはどのようなものでしょうか。

長瀧 長らく強度が重視されてきましたが、最近は耐久性重視の考え方に変わってきています。コンクリートを造るには、材料、配合、計量、練り混ぜ、施工の五つのステップがあります。良いコンクリートを作るには、まず良いセメント、良い骨材、良い混和材料が必要で、その上で、構造物の用途や性能を果たせるように配合を決め、それに基づき誤差の少ない計量器で材料を計量し、十分に練り混ぜ、熟練技術者が施工します。どれも欠けても、良いコンクリートはできません。

ところが、材料の中で良い骨材が不足しています。昔は、なるべく少ないセメント量で固いコンクリートを造り、それを十分に締め固めることが鉄則でした。ところが、最近は特別な場合ではありますが、コンクリートを流動化し、締め固めをしなくてもいい高流動高強度コンクリートが用いられています。そのため、良い骨材が必要なのです。ま

高 度経済成長下の旺盛な鉄鋼需要により昭和40年代から鉄鋼生産量は一気に拡大。それに伴い、副産物の鉄鋼スラグも大量に産出された。その利用技術に関する研究開発が進められてきた。大きな利用用途先となったのが、コンクリート用資材と道路用資材である。わが国を代表するその道の第一人者である長瀧重義氏と丸山暉彦氏に、コンクリート用資材や道路用資材としての鉄鋼スラグの利点や課題などについて聞いた。

た、高齢化や後継者不足などで熟練技術者が少なくなっていることも大きな課題です。

——コンクリートへの産業副産物の適用性、特に鉄鋼スラグについてはどのようにお考えですか。

長瀧 コンクリートの資材として様々な産業副産物が活用されるようになり、まず、鉄鋼スラグの一つの高炉スラグ（注1）微粉末や、火力発電所の副産物であるフライアッシュなどの粉体があります。次に粒状体。骨材と言われるもので、高炉スラグをはじめ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ、電気炉酸化スラグなどがあります。そして再生骨材やごみ熔融スラグ。さらにはコンクリート製造工場等でミキサなどを洗ったときに出る洗いのスラッジ水は、コンクリートの練り混ぜ水の一部として使われています。

最近では、セメントの製造そのものも副産物を活用しています。例えば、高炉セメントやフライアッシュ

セメント、シリカセメント。加えてエコセメントがあり、いまや産業副産物だけでもコンクリートが造れるようになり、裏返すと、これからは資源保護や廃棄物処理の観点から、コンクリートにおいても産業副産物を有効活用していく必要があり、そのための技術が求められてきます。その中で高炉スラグは、材料的に優れており、量的にも多い。うまく使いこなしていくことが極めて大事だと思っています。

——鉄鋼スラグが主原料である高炉セメントの利点は？

長瀧 普通セメントに高炉スラグの微粉末を混ぜたものが高炉セメントですが、最大の利点はアルカリ骨材反応（アル骨反応）を防げることで、アル骨反応とは、コンクリートに含まれるアルカリ性水溶液が砂利や砂など骨材の特定成分と反応し、膨張やひび割れなどを引き起こす劣化現象です。ただし、一般に使用される高炉セメントB種に含まれる高

炉スラグは30%〜60%と幅がある中で、アル骨反応に十分対応できるかは注意が必要です。アル骨反応への不安がある場合は、高炉セメント中の高炉スラグ量を確認し、高炉スラグ微粉末を足すなどの対応をすべきでしょう。

道路舗装の長寿命化に有効な硬い路盤

丸山先生は数少ない道路舗装の研究者で、道路舗装での鉄鋼スラグの活用も研究されておられますね。

丸山 鉄鋼スラグは、路盤材およびアスファルト混合物の骨材として使われており、性能的には天然骨材と遜色はありません。最近、透水性の高いポーラス舗装（注2）が増えています。このポーラス舗装には粗骨材が85%以上使われていますが、硬い骨材が求められるようになり高品質化が進みました。また粗骨材の最大粒径を小さくし粒度を単一に調整するとともに扁平な形を丸く整える整粒化が図られています。今後ポーラス舗装が広がるにつれ、骨材としての鉄鋼スラグにも高品質化が求められると思います。

——鉄鋼スラグは長期にわたり固化するのが特長です。路盤材としてはどのように評価されていますか。

丸山 2011年11月の日本道路会議で、中日本高速道路㈱から興味深い発表がありました。東名高速道路は1968年に開通し、供用後43年経ちましたが、セメント安定処理路盤が使われている豊田ICから春日井IC間の約25kmは路面状態が非常にいい。他の粒状路盤のところは何度も路面を修理しているのに対し、セメント安定処理路盤は補修しないで済んでいるというのです。

非破壊検査で調べてみると、セメント安定処理路盤は硬いことが分かっています。つまり、長寿命舗装には硬い路盤が有効なのです。その観点から、鉄鋼スラグの固まる性質を活用していく可能性はあります。強く固まると掘削のときに大変ですが、高速道路のように半永久的に供用する路盤材としては、長寿命化に向けて非常に有利な材料ではないかと思えます。また、東日本大震災で大きな問題となった液状化防止にも使えるのではないのでしょうか。さらに、寒い地域では、凍上防止にも有効ではないかと考えています。

——道路の長寿命化を図るにはどのように補修すればいいのでしょうか。

丸山 長寿命舗装に向けては予防的維持、すなわち壊れる前に手当てするやり方が効果的です。

(注1) 高炉スラグ：高炉で鉄鉄と同時に生成する副産物
(注2) ポーラス舗装：透水性・排水性の高い空隙の多い舗装のこと

補修のタイミンングとしては、道路表面のひび割れやわだち掘れの有無、平坦性が悪くなっていないかどうかで判断します。それ自体は、これからもあまり変わらないでしょう。そして、路盤を堅硬にすれば長寿命舗装になるという認識が形成されつつあるので、路盤を安定する方向に向かっていると見ています。

——日本の道路舗装では簡易な設計法が使われていますね。

丸山 路床の支持力と交通量で舗装断面を決める簡便な「T/A設計法」が使われています。これまで大きな問題は生じていませんので、発注者もその設計法を使っています。欠点は、新しい材料を使えないことです。新しい材料を使うには、設計における等価換算係数を公的機関が設定していかなければならないからです。

そこで、新しい材料も使えるように、各材料の弾性係数（ひずみの変化率）を求めれば設計することができ、「理論設計法」に移行していくということになりました。しかし、発注者側から理論設計法を求めるとはまだまだ少なく、あまり普及していません。

——それはどうしてでしょうか。

丸山 アスファルト混合物は温度によって弾性係数が変化し、また粒状

体はある程度ポリリウムがないと弾性係数が測れないなどの問題があるからです。そのため、総合評価発注方式において、新しい材料を使うとする道路業者側が技術提案として理論設計法で出しているケースが見受けられる程度なのです。ただ、良い材料を使いたいという機運は高まっており、積極的に新材料の弾性係数を出していく動きもみられるので、今後は理論設計法が増えていくのではないかと期待しています。

鉄鋼スラグを使った新材料の普及には理論設計法が不可欠ですから、鉄鋼スラグ協会でもプロポーザルする道路会社と協力して理論設計法の普及に努めていくことを考えてみてほしいのではないのでしょうか。

長瀧 コンクリートの分野でも仕様

ことになります。しかし、私はそれでもリスクはあると思うので、とにかくアル骨対策には高炉セメントを使うべきだと主張しています。

——循環型社会の形成では、リスクヘッジが大切だということですね。

丸山 アスファルト混合物では、最近、ポーラスアスファルトや改質アスファルトなど様々な材料が増えてきたことから、アスファルト混合物のリサイクルに関する今までの規定を変えました。

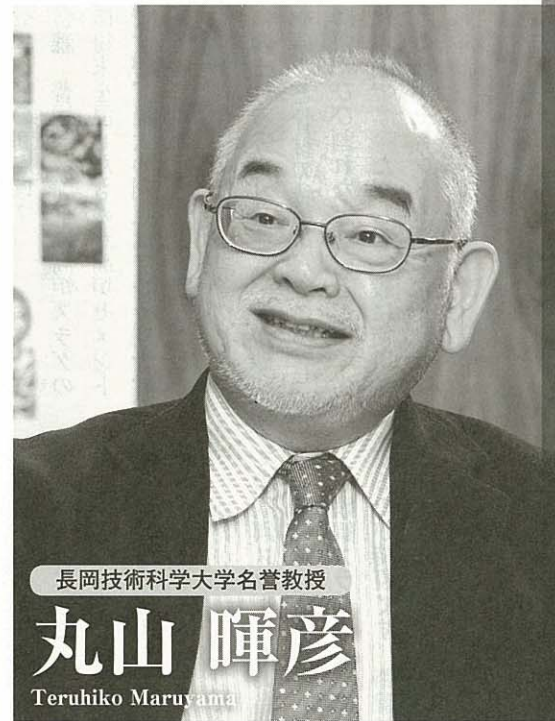
再生アスファルトの評価基準をつくるのは難しいので、混合物をつくる試験を行い、合格すればいいという形になりました。混合物に対して様々な耐久性試験を実施して評価するというように変わっています。

長瀧 先ほど話したとおり、コンクリートも同じような流れです。今回のJIS改正でも、スラグ骨材の成分を、スラグ骨材の場合と混合物として製品化した場合に分け、製品化したものが合格すればいいという考え方を取っています。

鉄鋼スラグ製品の 高品質化に期待する

——最後に、鉄鋼スラグへの期待や当協会への注文をお願いします。

長瀧 高炉スラグは年間2500万



長岡技術科学大学名誉教授

丸山 暉彦

Teruhiko Maruyama

1971年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程中退。長岡技術科学大学助教授などを経て89年から同大学教授。土木学会舗装工学委員会委員長、高速道路調査会フェロー、日本道路建設業協会理事などを歴任。2008年から道路用鉄鋼スラグJIS改正原案委員会委員長も務める。

ト産出しており、量が多いのが利点であり強みです。粗骨材も細骨材もつくられており、強度や耐久性でも実績があります。ただし、品質において、変えられる品質と現行では変えられない品質があることに問題意識を持っています。

変えられる品質では、例えば道路の粗骨材で話が出ましたが、磨砕をかけて表面形状を直したり、粒度を調整したりするなど、供給者側でいろいろ努力しています。コンクリートでも、今まで出ているJISの高炉スラグの粒度が最適粒度とは限りません。磨砕のかけ方や粒度調整によっては、さらにいい粒度になるのではないかと。そのあたりの研究が充実することを期待しています。一方、高炉スラグそのものの密度や吸

規定だったものが、性能規定や性能照査型に変わりつつあります。仕様規定は、それまでのルールに基づいて進めれば済むので発注者側には楽な手法ということもあって、長い間使われてきました。また発注者である行政には、一部を除き、新しい技術を取り入れようという意欲が欠けているように思えてなりません。性能照査型に移行したとしても、事業者には技術提案をさせればいいのです。昔は発注者側も事業者とともに勉強し、新しい技術を取り入れようと努力していました。発注者側も設計でき、技術も熟知していたのです。ところが、最近はその傾向が見られなくなり、事業者任せの傾向が見られます。また、最近では分業化が進み、設計は設計、施工は施工となってい

水率を変えられないと言われています。しかし本当に変えられないのでしょうか。鉄鋼スラグは副産物だからそのまま使うことを前提としていいます。ところが鉄鋼スラグを原料として、何か新しい材料を加えることで品質の違うものができる可能性があるのではないかと。超高強度コンクリート用の骨材など、変化する社会のニーズに対応するコンクリート用骨材が生まれるのではないかと。そのあたりの研究もぜひ進めていただきたい。

これからは、売れるからいいという姿勢は通用しないでしょう。再生骨材がどんどん出てきてライバルが増えるので、ユーザーが使いやすい製品をつくる努力が求められます。

——ユーザーを満足させる製品にする意気込みが求められると。

することも気がかりです。

循環資材には リスクヘッジが求められる

——次に、循環資源の利用促進を図っていくため、環境側面などから、素材供給上注意しなければならぬことなどを指摘ください。

長瀧 スラグ骨材のJIS改正に絡んで、出荷時点で微量有害成分が入っていないことなど、供給者が環境安全品質を保証する必要があると思います。コンクリートやアスファルトはリサイクルされ、トレーサビリティを確保できないのが実態であるので、出荷時に安全性を保証する必要があります。循環型社会形成のためには、将来的には、再生を繰り返しても人体に悪影響を及ぼさないことが、素材供給メーカーに求められると考えています。

鉄鋼スラグとは別の話になります。再生骨材の場合、いまの規定では、アル骨反応を起こした構築物から採取したコンクリートは再利用しないことになっています。ところが、途中で経路が変わると分からなくなると。今回のコンクリート用再生骨材のJIS改正ではそういう骨材が入っている、3回試験して合格すればアル骨反応はないと判断していい

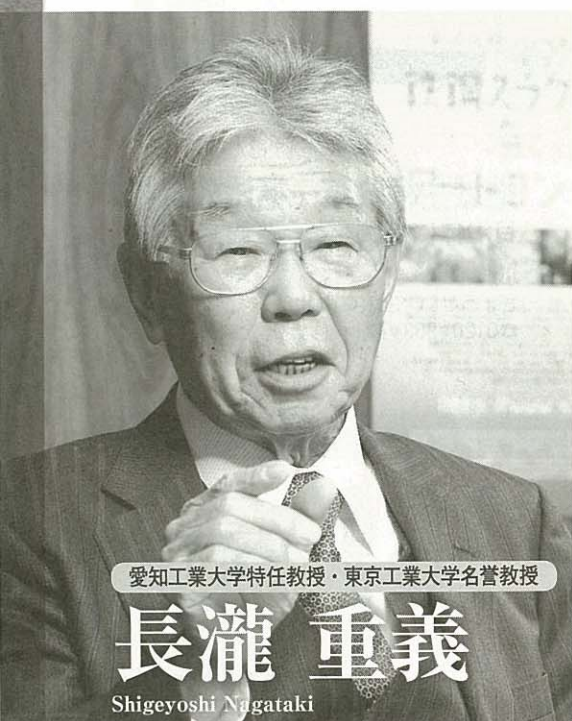
長瀧 副産物であっても、品質を高める知恵と努力はあってしかるべきです。そこに新しい技術が生まれれば、パテントを取って世界に売り出せばいい。そのような夢を語ることで、鉄鋼スラグ協会への期待感を示したいと思います。

丸山 天然資源の枯渇の恐れがあり、副産物の利用やリサイクルの重要性がますます高まっています。再生材にはコンクリート再生材、アスファルト再生材、ごみ溶融スラグなど競合製品がたくさんあります。その中で鉄鋼スラグの大きな強みは、工場で製造され、品質管理ができることです。その価値をアピールして差別化し、発注者や道路工事業者に理解してもらおうことが大事です。

その点に関しては、供給者側のアピールやユーザーとのコミュニケーションの努力がまだまだ足りないような気がします。コミュニケーションをもっと深め、良い材料として使っていたらどうか努力していくことが大事ではないでしょうか。

長瀧 私も鉄鋼スラグのメリットをユーザーにもっとプロポーザルする必要がありますと感じています。

——さらに鉄鋼スラグのPRに努めていきます。これからもご指導をよろしくお願いします。



愛知工業大学特任教授・東京工業大学名誉教授

長瀧 重義

Shigeyoshi Nagataki

1963年東京工業大学大学院数物系研究科博士課程中退。東京大学講師、東京工業大学助教授、同教授、新潟大学教授などを経て2002年から愛知工業大学教授、日本コンクリート工学会会長、ダム工学会会長、土木学会副会長、日本材料学会副会長などを歴任。コンクリート用スラグ骨材JIS改正原案作成委員会委員長も務める。