

2010年 新春号

活かす 衛る 水資源

大広技術レポ

新たな政治変動を迎え ～技術の質を上げよう～



㈱大広エンジニアリング
代表取締役社長 正木 普

春寒しだいに緩むころとなりました。

昨年は、16年ぶりの政権交代という大きな政治変動がありました。

新しく発足した鳩山政権は、「友愛」を基調に、政治を国民の視点から行うとして「ダム建設の中止・凍結、社会保険庁の廃止と日本年金機構の創設、高速道路の無料化、普天間基地移転問題の見直し等々」華々しい改革の狼煙を打ち上げました。

しかし今、多くの施行は滞り、雇用の不安、経済の低迷から発足時にあった70%を越える支持率も40%近くまで落ち込んでしまい今は、7.2兆円の二次補正予算案及び92兆円強の平成22年度予算案の早期成立と施行を待つところであります。

ところで国の公共事業費は、ここ10年来毎年3～5%削減されてきました。22年度の公共事業費全体予算案も新政権下、「コンクリートから人へ」に沿う方針から、予想をはるかに越える前年度比**18.3%減**というこれまでにない大幅な削減となり、我々が糧とする上下水道事業費も**二桁の削減**が確実です。補正と併せても大きな期待は持てません。

昨年新春の挨拶で述べた「厳しい時代を迎えて」は、更に厳しさが増し、受注するためには原価ギリギリまで下げなければならず、診断業務では外注費が増え、「建設コンサルタントは忙しいが利益が出ない構造（デフレスパイラル状態）」に陥っています。

今年度は、あえて一歩前に出るために「**技術の質の向上**」を目標とします。具体的には、数人のグループで数件の業務を共有し、キーポイントは経験者を交えて相談・打合せにより進めること。すなわち、成果品を担当者個人の知識で作るのではなくて、会社の責任として業務分担、工程管理により「**質の高い成果品**」に仕上げることです。勿論、グループでキーポイントを探し出すことで若手の教育にも繋がります。

厳しい時代を迎え、グループ・会社内での声掛けを大切にして、質は勿論、二人で三人分の仕事をしましょう。

「広島オリンピック」は夢で無い —プロジェクトも災害も地元コンサルタントが担う—



顧問 中本 至 (郷顔)
(元建設省下水道部長・工学博士)

1. 「命を守る水」「命を癒す水」の為のインフラ整備投資を再考せよ

去る1月28日、国会における「鳩山首相の施政方針演説」をじっくり聴いた。『命を守りたいと願うのです。生まれてくる命。そして、育ち行く命を守りたい』の冒頭の言葉から始まって『働く命』『世界の命』『子供の命』と24回も『命』がでてきた。

しかしながら「事業仕分け」に始まった「平成22年度予算案」に見る公共事業、とりわけ治水・下水道事業などを熟考する時、この『命』の実質的配慮は不毛だった。

すなわち、**公共事業関係費の総額は、対前年比18%減の5兆7731億円で削減額は1兆2970億円**に及び、この削減額、削減率は過去最大の悪夢となった。それも成長性が乏しく、今後、禍根を残す予算案となった。藤井財務大臣も無責任に退陣した。

そこで例示として、下水道予算案について考えてみよう。「**地方に移管**」と行政刷新会議の「事業仕分け」で国土交通省分は「**社会資本整備交付金(仮称)**」を創設し、既存の補助金を原則廃止する方向が打ち出された。

交付金の対象分野は「活力創出基盤」「水の安全・安心基盤確保」「市街地整備」「地域住宅支援」の4つで、上下水道は治水などと共に「水」の分野に位置付けられる。

今後は、地方自治体ごとに策定した計画に基づいて交付金が交付されるが、その分野内で自治体が国費を自由に充当できる。だから、ともすれば下水道の整備が従来どうり進行しない可能性もあり、先行きに極めて不安を感じる。特に「事業仕分け」の中で下水道と合併浄化槽の成り立ちと、効果の違いが判らぬ仕分けに疑問が残る。

ともかく、この新制度の中で、関係者は下水道が歴史的に存在し、健全に機能して都市市民の文化や衛生にいかにか供してきたか、また浸水・防除によって市民の安全・安心にいかにか役立っているかを、国民や議会によく理解して貰う為の努力が必要だ。

特に、鳩山首相の演説『命』に関して「**命を繋ぐ飲み水**」「**命を守る防水・除水**」「**命を癒す清澄な水**」を訴えることが必要だ。地方コンサルタントは、その地域の複雑な事業効果の評価・分析や市民意識の調査などにも参加して、貢献すべきだ。

2. 「広島オリンピック」の実現と地元コンサルタントの役割

以前、この冊子にも強調したことに「地域の活性化を図り、反映をもたらすためには前向きなプロジェクトとその実現が不可欠である。そのためには広島市を中心とした地域の大型イベント(オリンピック、万国博覧会など)の開催」が必要と示唆してきた。

明るい話題として、今年の1月に広島市長が「2020年広島オリンピック開催候補地」を宣言したことである。しかしながら、安易な考えで、広島市が「世界で初めての原子爆弾による被爆地で世界各国から関心を集めて当選」はとても無理であろう。

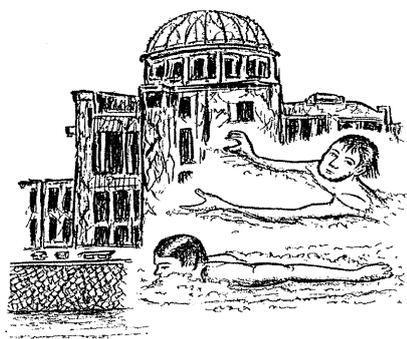
私はこれまで、欧米先進諸国から中東開発途上諸国、元共産国家、イスラム国家など数多くの国を旅し、かなりの国で「**広島**の知見度が低い」ことを認識させられた。

ところが、最近「核兵器廃絶」に対して、昨年4月に「核兵器の無い世界を！とのオバマ大統領のプラハ演説」や、さらに9月の国連安保理事会の「核兵器廃絶決議」など平和活動の昂ぶりから、決して「**空虚な広島オリンピックではない**」と解釈する。

そこで、この世界的関心度の高さに加えて、真剣にこの課題を実現可能にさせる為の興味ある長期的方策を考えて提示することも、地元コンサルタントの役目であろう。

- ①広島市を中心にした呉市、東広島市、廿日市市ほか近隣町村を含めた180万人（日本第5位）のマルチ機能地方（特に中国地方の中心として）都市の創成。
- ②広島市、東広島、呉市等を結ぶリンク（環状道路網）と広島空港、広島大学等を短絡する交通機関の整備。世界遺産「厳島神社」を開陳する交通網整備。
- ③世界遺産「原爆ドーム」の川岸（太田川）で水泳、水遊びが可能な水環境の確保。人口100万人以上の大都市河川で世界最高の水質基準を目指す。太田川に流入する汚染物質を廃絶（最高下水道技術を駆使）。**水の循環都市**を創設。すでに広島市下水道局で検討開始（**絵—1参照**）。瀬戸内海・広島湾等の水質改善。
- ④広島市の水道水を「**世界最高の美味しい水**」として、市民に供給。（**写真—1参照**）
- ⑤土石流、高潮、地震などの自然災害、道路陥没などの人工災害ゼロの都市を目指す。
- ⑥自然・地球環境に優しい都市造り。
- ⑦**世界遺産公園の創出**（世界の主なる文化世界遺産のミニチュア）。
- ⑧広島・呉等の港湾整備（観光客船の寄航など）。

極めてラフで、多種にわたる総花的プランを掲げてみた。現在の財政を考えると膨大な事業費が必要であるが、時限を問わず実現可能な方向で進めなければ夢が無い。



絵—1 原爆ドームの前で水泳大会（自作）



写真—1 母なる太田川の水源
(広島市高陽地区の高陽取水場付近)

3. 中国地方にも自然・人工災害の危険地域が散乱（地震災、土砂災、道路陥没など）

- ①**地震災害**（地震予知は不可能。活断層よりも地震空白地帯を危険視せよ）

1月12日、カリブ海に浮かぶハイチで、死者20万人を越える大地震が発生した。

平成7年の阪神・淡路大地震を思い出すが、やはり想定外の地震の発生場所とその被害の甚大さに驚かされる。いつも申し上げる通り、最近日本で起きる地震は、新潟県内、岩手・宮城県内、石川県内でも発生してから震源地と発生理由を発表するのであって、現状では、気象庁でも地震予知は無理との見解を取っている。

従って、地震発生被害をいかに減少させるかに技術力を応用せざるを得ないのである。

特に公共施設については、早期点検・早期維持修繕の必要性に力を入れるべきだ。

②地滑り・土石流などの災害（花崗岩の風化土上の施設は危険。土砂崩れは地形を調査）

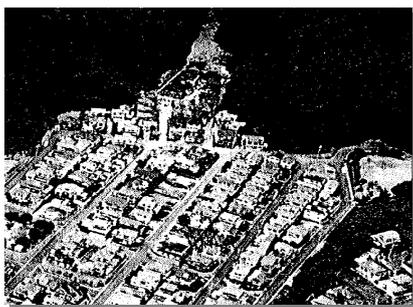
特に、花崗岩の風化地帯で堆積土地帯は豪雨による土砂災害が多い。（写真一2参照）

③橋梁の破損、落下（表面からの見た目のよさに注意。架橋無理）。

④上下水道の破損による吹上げと道路陥没（水道管30年、下水管50年経過は危険）

特殊ガス発生環境は単年度で劣化。地震時におけるマンホールの浮上防止実施。

社会インフラの整備は、戦後の高度成長期以降、大変な苦勞で急速に進められた。それだけに、適切な維持管理、リニューアルをしていれば特に問題は無い。しかし、怠っていれば、土木構造物は老朽化が進行してある日突然使えなくなる。当たり前のことだ。



写真一2 平成11年6月広島市安佐南区伴東での土砂崩れ



写真一3 米国ミネアポリスのミシシッピ川橋の勇姿（この数ヶ月後に落橋）

4. 下水道施設で『命を守るハインリッヒの法則』を重視

写真一3は、米国・ミネソタ州の首都ミネアポリスにある「ミシシッピ大橋」の俯瞰である。2007年8月1日に突然崩壊し、死者・行方不明者20人以上出したが、その原因は「コンクリート・アーチ橋に巣食った大量の鳩の糞による酸化」だったようだ。

そこで「ハインリッヒの法則」を思い出す。米国の技術者ハインリッヒが、災害事故統計で「重大事故を1とすると、軽傷事故は30。そして無傷事故は300ある」と分析。

すなわち、「無傷事故が大量に発生すると、必ず重大事故の発生が潜んでいる」との警告だ。現在、日本国内で毎年5000件近い下水道施設の破損による事故が発生。『命を落とす重大事故』も一触即発の事態にあり、財政事情で未実施だと刑事責任にもなる。

地元コンサルタントは、常にこの災害環境を熟知していることから、積極的に関係者に調査する必要性とその措置を提案し、関係者も対応する義務があると考えている。

ナノテクノロジー（２）
— トンネル内装版の新洗浄方式 —



技術部課長 中島 俊之

1. トンネル内装版の汚れに対する課題

トンネル内装版には、トンネル内の明るさを維持するため白色の磁器タイル版や ALC 版が使われている。これは光を反射させ、明るさを保ち、視界を広め、走行上の安全性を確保するためであるが、版は排気ガスで汚れ、1年もたずして機能が低下する。

汚れた版は、明度回復のため洗浄されるが、現在の壁面接触型清掃車では走行速度が遅いため、迂回路がないトンネル、交通量の多い所、あるいは 1km を越える長いトンネルでは夜間作業と片側交通止め等の規制で行われている。

したがって、トンネル内装版の洗浄は、短い作業時間で汚れを落とせる画期的な清掃方法の開発が待たれている。

2. 課題への取組み（開発目標）

この問題に対して着目したのが超微細気泡を使う洗浄方法で（表面吸着性及びバブル圧壊時に発生する大きな引張り特性を利用）、以下に述べる実験を行うことにより、仮定の実用性が検証できる機会を得た。

新しい洗浄方法は下記の想定に基づいた。

1) 洗浄速度の改善について

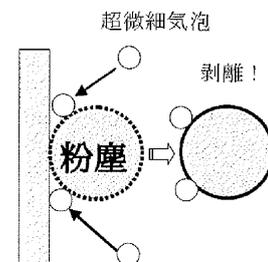
現状のトンネル清掃車は、石鹼水を噴霧した後回転ブラシで汚れを拭取る壁面接触型の構造になっている。そのため清掃車は、ブラシと壁面が接触するように一定の距離を保ち、転倒しないよう（小幅清掃車）慎重に走るので時速 1～2 km でしか走行できない。

新しい洗浄方式では、壁面に接触しない方法（非接触型）により目標速度を道路の路面清掃車と同等な速度 15 km/時に置いた。

2) 洗浄方法

超微細気泡は、粉塵の粒径に比べて数倍～数百倍小さい。この超微細気泡を含んだ水を噴射すると、マイナス電荷を帯びた気泡が粉塵の表面を包むように吸着し、同時に高压で気泡を圧壊させれば、内部応力の開放による大きな引張り力が発生し粉塵を剥離させるのではないかと想定するものである。

また、非接触型清掃方法として壁面から 50 cm 離れた場所から高压噴射で洗浄することを条件とした。



図—1 粉塵の洗浄原理

3. 室内実験

3-1 基礎実験

1) 試験体

洗浄効果を見る試験体は、トンネル内の歩車道分離隔壁に使われているガラス版を撤収して使用した。ガラス版 1 枚の大きさは 2 m × 1 m の平版で、半年間供用し排気ガスで汚れた状態のものを 50 cm 角に切断し、試験体とした。

2) 洗浄水

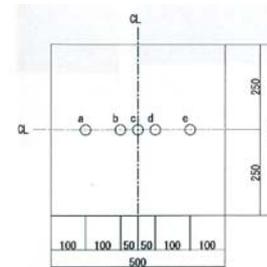
洗浄水は、水道水、マイクロバブル水、ナノバブル水の三種類で比較した。

3) 試験装置

写一 1 のとおり、50cm 角のガラス版が上から出入れできるような簡易装置を作った。



写一 1 試験装置



図一 2 明度測定位置

4) 試験条件

水圧：20Mpa

噴射距離：試験体との離れ 50 cm

噴射時間：版中央に 30 秒間噴射

5) 評価

50cm 角のガラス版に図一 2 のとおり定点 5 点を取り、色彩色差計を使い明度測定した。

	中央 (c)	中央から 5cm(d)	中央から 15cm(e)
水道水	69.98	67.93	64.63
マイクロバブル水	69.40	69.16	64.62
マイクロナノバブル水	70.40	69.84	67.17

表一 1 明度測定値 初期値 (70.92)

6) 試験結果

明度の測定値は表一 1 のとおりである。この数値を水道水の値を基準として比較すると、マイクロバブル水ではほとんど差がないのに対して、ナノバブル水では版中央から 15cm 離れた位置でも数値の下がり小さく、清掃効果が大きいことを示した。

7) 結果の考察

試験の結果は予想外の現象として、マイクロバブル水による洗浄効果が水道水と同等あるいはそれ以下であることが判った。特に中央から 15cm 離れた位置では偶然にも同じ値となった。この原因の第一点は、マイクロバブルが生成後短時間で消滅すること。第二点は、気泡が若干存在しても放射時の圧力により破壊したものと考えられる。

一方、水道水とナノバブル水との比較では、中央から 15cm 離れた位置でも高い洗浄効果が見られた。これは、気泡内部が高圧状態にあり、放射時の圧力に耐えることが出来たものと推定する。

以上の如く、ナノバブル水の洗浄効果は水道水、マイクロバブル水に比較して高いことが確認できたが、この方法（高圧 30 秒噴射）では二つ目の課題である清掃時間の短縮に対してまだ十分なものといえない。

そこで次の改良手段として、高圧噴射する前にナノバブル水を噴霧して事前の浸透性を期待する再実験を行った。（噴霧＋高圧噴射）

事前噴霧は、ナノバブル気泡の持つマイナス電荷が噴射前に粉塵に付着・浸透し剥離を早めるのではないかと期待するものである。

3-2. 改良実験

1) 試験方法

噴霧 3 分後に高圧噴射を行った。試験条件は、水圧、距離、噴射時間、評価とも前実験と同じ方法とした。

2) 試験結果

表一 2 から明度=69.5 以上を取り出し比較してみると、清掃幅は 5 倍に広がり事前噴霧効果が確認できた。

測点	明度 (L*)	
	噴霧あり	噴霧なし
1	66.64	65.70
2	69.44	65.49
3	69.50	65.52
4	69.46	66.14
5	70.50	68.14
6	70.64	69.43
7	70.64	69.46
8	69.76	69.76
9	70.48	69.52
10	70.62	69.41
11	69.84	68.31
12	70.05	65.09
13	69.58	64.82
14	69.13	64.17
15	68.86	64.18
16	69.36	63.46
17	68.86	64.03
有効幅	30.8cm	5.6cm

表一 2 明度測定値

4. 簡易洗浄装置を車載した洗浄実験

基本実験の結果を踏まえ、2 トン車に簡易洗浄装置を載せ模擬汚れの試験体を作り、実用化に近い形での再現実験を行った。簡易洗浄装置はアングルを組み立てた中に、噴霧ノズル 1 本を車の前面に、噴射ノズル 3 本を後面に設置し、若干ではあるが噴霧と噴射の時間差を作った。なお、噴射ノズル 3 本は、それぞれ縦横の間隔を 10cm（傾斜角 45°）に固定、明度を測定して 1 本のノズルが清掃できる範囲（有効高さ）を決める配置とした。

1) 簡易洗浄装置の製作

洗浄装置の車載状況を写一 2、噴射装置を写一 3 に示す。



写一 2 簡易洗浄装置の車載状況



写一 3 噴射装置

2) 試験体の種類

- ・ 磁器タイル（コーティングの有無）
- ・ ガラス
- ・ コンクリート

の三種類とし、この版の上に擬似汚れを作った。



写一 4 実験ヤード

3) 実験ヤード

磁器タイル コーティングなし	内装板	ガラス	磁器タイル				光触媒の 親水性	光触媒の 撥水性	2000
			撥水性①	撥水性②	撥水性③	撥水性④			
6000	2000	2000	6000						
16000									

図一 3 実験ヤードの概略図

4) 実験結果

実験は、上記三種類の試験体に対して、運転速度を 2、10、15km/h に変え、その時の明度を測定した。

その結果、磁器タイル、ガラス版は 15km/h で充分清掃効果がでることが判った。この 2 種類の版に対してコンクリート壁は、やや清掃効果が落ちるが 10km/h であれば同等な効果を発揮することが判った。

試験体	運転速度	明度		回復率
		洗浄前	洗浄後	
磁器 タイル (91.25)	15km/h	53.55	90.11	98.70%
	10km/h	82.51	89.67	98.30%
	2.0km/h	79.71	90.18	98.80%
ガラス (70.92)	15km/h	53.08	68.76	97.00%
	10km/h	53.64	70.49	99.40%
	2.0km/h	54.45	70.56	99.50%
コンクリート (63.76)	15km/h	51.07	59.69	93.60%
	10km/h	54.89	62.68	98.30%
	2.0km/h	52.84	61.38	96.30%

表一 3 走行速度と明度測定値

ただし、劣化したコンクリートは、洗浄圧が高いため表面が剥落して使用できない。

5. まとめ及び将来性

ナノバブル水の高圧噴射により排ガス粉塵を落とす新しい非接触型清掃方式を開発した。汚れを拭取らないことが最大の特徴で、以下の効果がある。

- ・ 清掃速度を 2 km/h から 15km/h にアップし、清掃時間の短縮が図れること
- ・ 清掃時間の短縮は、交通規制の緩和に繋がること
- ・ 洗剤を使わず同程度の洗浄ができること（環境負荷低減効果）
- ・ 維持管理費は、一例として約 40% の削減となること

将来の課題は、簡易試験によって得られた機械仕様を実用機へ置換えることであるが、実用化に至るまでには時間と高額な研究開発費が必要である。しかし、水道水をナノバブル水に変え、噴霧と噴射により汚れを落とす新しい洗浄方法は、現在市販されている各種洗浄機器の改善に幅広く応用できると思っている。

なお、本工法は「移動式洗浄装置」として特許出願中である。

通算第 16 号：平成 22 年 1 月 発行

〒733-0035 広島市西区南観音 7 丁目 13-14 株式会社 大広エンジニアリング

TEL：082-291-1313 FAX：082-231-3171 HP <http://www.daiko-eng.co.jp/>

編集責任者／山本 修照 副責任者／井上 真由美 編集委員／久留島 雄三 松宮 康之