

「第2回 FORUM8デザインコンファレンス」

誌上報告(III)

土木建設デザインの多様なニーズ — 各分野に見るソリューションの新たな潮流

「第2回 FORUM8デザインコンファレンス」誌上報告特集（11月号から3連載）のクロージングは、4分野に分かれた技術セッションのうち、「設計CADセッション」後半、および＜第2回 浸水対策技術セミナー：浸水対策と流出解析モデルの活用＞として実施された「水工セッション」を取り上げる。浸水対策技術セミナーについては、SWMMユーザー会会長の堂々功氏（日本水工設計株代表取締役社長）の開会挨拶に続く各講演を紹介する。

橋梁編纂委員会・編集(ライティング・ソリューションズ) 池野 隆

UC-win/UC-1ユーザ協議会／第6回UC-win/FRAME3D協議会

11:00 -12:00	デザインコンファランス特別講演 「劣化した既設RC/PC構造物の非線形解析と維持管理」東京大学 工学系研究科社会基盤学専攻 教授 前川 宏一 氏				
13:00 -17:00	■技術セッション				
13:00	●土木セッション 地盤解析 特別講演 「最近の内陸地震による中山間地砂災害について」 群馬大学 大学院 工学研究科 社会環境デザイン工学専攻 教授 鵜飼 恵三 氏 「地盤解析シリーズ、GeoFEAS3D」 UC-1サポート第1グループ	●建築セッション 3D建築構造解析 開発者講演 「Multiframe新バージョンの開発」 豪Formation Design Systems社 Jason Yang氏	●設計CADセッション UC-win/FRAME(3D) ユーザ特別講演 「座屈拘束プレースを用いた鋼上路式アーチ橋の耐震補強設計例」 住友金属工業（株） 土木橋梁部 開発営業技術室 前島 稔 氏 「UC-win/FRAME(3D) 解析技術・最新情報」 技術サポート/解析支援チーム	●水工セッション 第2回浸水対策技術セミナー 「浸水対策と流出解析モデルの活用」 主催：SWMMユーザー会 後援：NPO 水環境創生クラブ、FORUM8、XP Software社 開会挨拶 SWMMユーザー会会長 基調講演 「都市域における氾濫解析の課題と方向性」 広島大学大学院工学研究科 教授 河原 久能 氏	
14:00	環境/エネルギー 特別講演 「環境とエネルギーが進化させる土木建設情報化」 大阪大学 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 教授 矢吹 信喜 氏	住宅積算見積 特別講演 「新築住宅/リフォーム対応 VST5」 (株)コンピュータシステム研究所 建築企画室室長 山田 秀一 氏 「住宅VR UC-win/Road for VST5」 UC-win/Roadサポートグループ	下部工・基礎 特別講演 「3次元骨組解析を利用した鋼管矢板井筒基礎の設計方法について」 (株)竹中工務店 竹中技術研究所 建設技術研究部 地盤・基礎部門 地下工法グループ 菅野 友紀 氏 「鋼管矢板井筒基礎の設計計算」 UC-1サポート第2グループ	技術紹介 ICUDの報告 「世界の流出解析の現状」 NPO法人水環境創生クラブ 石川 高輝 氏 「浸水氾濫からリスクマネジメントへ」 芝浦工業大学工学部土木工学科 教授 守田 優 氏 技術紹介および事例 「氾濫解析ソフトウェアの最新動向および海外での事例」	
15:00	橋梁設計解析 ユーザ特別講演 「Easy Slab Bridge 設計解析事例」 朝日エンヂニヤリング（株） 代表取締役社長 徳野 光弘 氏 「ポータルラーメン橋の開発」 技術サポートグループ	建築BIM・避難解析 特別講演 「最新BIM事情 ～3次元で建設生産プロセスが変わり始めた～」 日経BP社建設局広告部企画編集 家入 龍太 氏 「避難解析EXODUS」 UC-1サポート第1グループ	CALS/CAD 特別講演 「画像比較Logical Imageの開発」 阪南大学 経営情報学部 准教授 北川 悅司 氏 「電子納品・CALS/CADシリーズ新製品」 CALS/CADチーム	豪XP-Software Pty Ltd. Anthony Kuch氏 「実施設計時の諸元変更に対する貯留施設の効果検証」 日本水工設計（株）仲剛彦 氏 「xpsswmmによる管渠内に設置したフラッシングゲートの解析」 日本工営（株）菊池 有 氏	
16:00	Engineer's Studio Ver.1 開発者講演 Engineer's Studio 新製品 発表講演 FORUM8 Director Brent Fleming ディスカッション	鋼構造CAD 特別講演 「BIM対応・3D鋼構造CAD」 仮Graitec社 Ulrich SCHULZE 氏 「Advance Steel日本語版」 技術サポートグループ	土工・仮設工 特別講演 「土留め工の設計とFEM解析の利活用」 群馬大学 工学部助教 萩 飛 氏 「土留め工の設計・新バージョン解説」 UC-1サポート第1グループ	水工設計 「UC-win/Road for xpsswmmの紹介と津波解析への取り組み」 UC-win/UC-1システム開発グループ 「水工シリーズと下水道CADの機能」 UC-1サポート第1グループ	
17:00	発表終了				

内の講演に関する記事を1月号に掲載

本特集内の写真はすべて(株)フォーラムエイト提供

■技術セッション<設計CADセッション>3

CALS/CAD：特別講演



画像比較「Logical Image」の開発

阪南大学 経営情報学部 准教授
北川 悅司 氏

関西大学発の学生ベンチャー「㈱関西総合情報研究所」。2000年10月、関西大学総合情報学部田中成典教授の研究室に在籍する学生を中心に立ち上げられた同社は、CADやCG、GIS、Webアプリケーションの各分野にわたる専門的なシステム開発・コンテンツ作成を行なう。同社創立時のメンバーであり、2代目社長も務めた阪南大学経営情報学部准教授の北川悦司氏は現在也非常勤取締役の一員として関わる。

同社は、SXFI/Oデータ入出力コンポーネント「Logical I/O」、CADデータの同一性を判別する「Logical Smart」、SXFI/Oデータの二つのファイル形式（「SFC形式」と「P21形式」）を相互に変換する「Logical Translator」、など電子納品を支援するLogicalシリーズを開発する。ここではその一つ、画像データの同一性を判別する「Logical Image」について紹介している。

デジタル画像の普及で増す画像差分ニーズ

画像の差分は、文字通り、二つの画像を比較して「同一」「非同一」「変更」を判定、色や形状が異なっているところを抽出する作業。電子納品されるCADや文書には画像が多く含まれることから、これらの履歴管理あるいは画像の改ざん防止などでも今後さらにニーズが増していく技術、と北川悦司氏は説く。

画像が近年、アナログからデジタルへと転換。広範に普及している携帯電話もそのほとんどがカメラ機能を付属するなど、デジタル画像が流通するベースは拡大してきている。加えて、パソコン機器の発展により画像や動画の編集も容易化していることから、それらデータが改ざん、あるいは変更されたことをいかにチェックするかが問われる。

とくに、電子納品では画像の改ざんが問題となったこともあり、「デジタル写真管理情報基準(案)」が改訂された経緯がある。そのほか著作権と絡む改ざん防止の問題も含め、画像差分はさまざまな用途が想定されるとしている。

「Logical Image」のコンセプトと各種機能

具体的な画像差分の仕組みを説明するに当たり、北川悦司氏はまず、JPEG形式とBMP形式それぞれの画像データを表示。その微妙な差異を人間の視覚で捉えることは難しく、コンピュータでは容易であると述べる。次いで、画像の明るさを少し変え、かつ片方の一部に一本の短い線を描き入れたものを対比。そこでは逆に、人間が感覚として即座に両者の違いに気づくのに対し、コンピュータではその判断が実は非常に難しいと説明する。

このような制約の中で、人間とコンピュータがそれぞれ苦手とする機能を克服し、かつ両者が得意とする機能にも勝る比較を実現しようとの意図が、「Logical Image」の開発に繋がっているという。

「Logical Image」の主要機能として北川悦司氏が挙げる一つが「バイナリ比較機能」だ。これは、画像を厳密に比較し、ファイルフォーマットの変換、画像サイズの変更、電子透かしの挿入、など操作に関わる差分をバイナリマッチングにより抽出するもの。たとえば、画像一度小さくしてから元に戻した場合、人間の目にはその変化がほとんど分からず。しかし、同機能では画素値レベルの比較により、その間に何らかの処理が加えられている画像であるか否かを判別することが出来る。

次いで対象となるのが、「人間の感覚でも判定したい」というニーズ。つまり、仮にフォーマット変換などへの機械的な処理（バイナリ比較）では「非同一」とされるケースでも、見た目が同じ画像であれば「同一」と判定したいという場合に「あいまい検索機能」が対応する。これを使うことで、人間の見た目に沿う形の差分のみを抽出することが可能になる。

またその延長上では、たとえ画像サイズや縦横比率が異なっても、やはり見た目が同じであれば「同一」と判定したいという場合もある。とはいえ、画素の補間方法や画像編集ソフトが数多く存在するため、「プログラマーの方には分かっていただけると思うのですが、その実現はなかなか難しい」のが実情という。したがつてその際は、大きさや縦横比の変更などで単純に「非

同一」と判定するのではなく、差分をマッチング率で示す「幾何変換比較機能」で対応する。

「先ほど、色が変わっている場合の比較はかなり難しいとされてきたと言いました」。この背景には、色の変化を生成するコントラストや明度などについても多様な変更方法・編集ソフトが存在することがある。「色変換比較機能」はそうした色変換がなされた画像に対し、想定されるほぼすべての色変換を「変更」と判定。一方、「コントラスト比較機能」を使えば、コンピュータの目にはコントラストの違いから全く異なって見える画像を「同一」と判定することも可能になる。これは、当該画像にどういう処理がなされているかを複雑な計算で求め、それぞれの比較結果を合わせる形で判定する仕組みによるもので、「技術者の方が驚かれる機能の一つ」と北川悦司氏は語る。

さらに「形状比較機能」は、ロゴなどのように形状が同じで色が異なる画像を「同一」と判定するもの。ロゴやCAD図面といったコンピュータで作成された画像に対応。人間の目には色が違っているものの、同じ形に見える画像を機械的に「非同一」とせず、これを色が違うだけで「同一」と判定できる。この機能を使うことで、たとえば、複数のファイルの中から特定のロゴが入ったファイルをピックアップするというような作業が可能になるとしている。

北川悦司氏はこれら各種機能のもたらす新たな可能性として、まず「青っぽい画像」とか「空の画像」といった抽象的なキーワードで画像検索が可能になることに注目する。「実はこれ、機械的に行おうとすると非常に難しいのです」。つまり、RGBの明度の組み合わせで色を表現する場合、たとえば、緑は(0,255,0)、青は(0,0,255)、水色は(0,255,255)となる。青と水色は人間の感覚では同じグループのように捉えられるがちであるのに、色の原理からコンピュータは全く違うグループと判定してしまう。それが、人間の感覚に近い検索を実現。したがって、日中と夕景、春と秋など、日光の照り具合や季節による色の違いがある場合、従来であれば「非同一」と判定されてしまうような状況でも、工事などで段階的に変更が加えられた差分のみを抽出し、「同一」と判定することも可能になる。

また、従来の文字情報に基づく方式の検索ではなく、画像の一部を指定してそれを含むファイルを検索すること（部分一致検索）にも対応。これにより、特定の構造物を撮影した写真を基に、同じ構造物を含む複数の写真ファイルを検索するといったことも出来るようになるという。

北川悦司氏はとくに、人間の感覚とコンピュータの正確性の両面を持った画像比較ツール「Logical Image」のCALS/EC支援ツールとの連携に期待を示す。

■技術セッション<設計CADセッション>4

土工・仮設工：特別講演



土留め工の設計とFEM解析の利活用

群馬大学大学院 工学研究科社会環境デザイン工学専攻 助教
蔡 飛 氏

<設計CADセッション>最後の講演は、群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻助教の蔡飛氏による「土留め工の設計とFEM解析の利活用」。初めに、土留めの基本計画フローを概観。そしてその過程でなされるボイリング解析やヒーピング解析、応力・変形計算に焦点を当て、それぞれに関する複数の事例を挙げて解説する。

土留めの基本計画フロー

土留め工の基本計画はまず、設計図書を基に敷地、地盤、地下水、周辺環境などについて、それぞれの工事条件と併せて調査することからスタート。根切り土留

め工法の選定、地下水処理、補助工事の計画へと続く。蔡飛氏はそうしたフローを描きながら、根切り底面の安定の検討に際して、ボイリングや盤膨れといった水圧に関する検討では浸透流解析、ヒーピングや法面の安定といった安全率を計算する検討ではせん断強度低減有限要素法（SSR-FEM）などの使用を考えられると説明する。

そこで「安全」と確認されると、今度は土留め壁および支保工の応力・変形計算を行う。「ここでは計算方法によって、たとえば、全応力・変形解析を用いれば水圧を考慮でき、圧密連成解析を用いれば水圧の変化などを考慮することも出来ます」

その解析に基づいて許容応力度が「安全」と判定されると、次に工事周辺への影響を検討。その際も、FEM 解析であれば、周辺地盤は既に一度変形計算で解析されていることになり、その結果を利用した影響検討も可能になると述べる。

そして、当該計画が「有害な影響を与えない」ということを確認した後、施工管理を含む土留めの施工計画を策定する。この過程では、観測結果を用いて地盤定数を逆解析した上で、次のステップの応力・変形を予測する解析手法が可能で、蔡飛氏はその概念を「情報化解析」と位置づける。ただ、それは一般的な解析と異なる面もあることから、その運用に当たっては注意する必要があると説く。

最後に、総合評価を行い、すべて「安全」と判定されると、土留めの基本計画は一通りの工程を終了。なお、根切り底面の安定以降の各検討で「安全」が確認されない場合は、その都度、根切り土留め工法の選定段階に遡って、すべてが「安全」と確認されるまで再度検討が繰り返されることになるとしている。

ボイリングの解析事例

根切り底面の安定の検討におけるボイリング解析の事例を示すに当たり、蔡飛氏はまず、掘削形状の影響を考慮することの重要性に言及。併せて、一般的な2次元の断面を用いて過剰間隙水圧、Terzaghi & Peck (T&P) の方法、Symons の方法、ボイリングに対する安全率の定義を整理する。

それらを検証するための最初の例が、水頭 9.5m、根切り 9.2m、掘削規模は長さ 21.2m、幅 11.9m、深さ 16.3m というケース。T&P の方法によるこのボイリングに対する安全率は 1.579、Symons の方法では 2.395 とさらに高い安全率が示され、NAVFAC DM-7 の方法では 1.49、仮設構造物工指針 ((社)日本道路協会) に基づく安全率では 1.058 と「ギリギリ安全」を示す数値だった。

「実はこれ、掘削の時にボイリングが起こった事例なのです」。その意味で、これらのうちで最も低い安全率を示した仮設構造物工指針では、土留めの形状に関する補正係数として3次元FEMに基づく式を包含。それがボイリングに対する安全率のより正しい説明に繋がっていることを裏付ける格好となった。そこで蔡飛氏らは、FEMを使い最も過剰間隙水圧の高いポイントで計算。2次元の場合の安全率が1.285、3次元では0.959と初めて1.0を切る安全率を得、それぞれボイリングの発生を説明するに足る結果が得られたとしている。

もう一つのケースは川の中に橋脚を建設した事例。地盤は2層（上：砂質シルト層、下：レキ層）から構成、

掘削規模は長さ 24m、幅 9m。「実はこのケースもここまで掘削ではボイリングなどが起こっていませんでした」。しかし、橋脚の施工を行ったところ細粒分の流出が始まったため、急遽、掘削坑内水位を上昇させてボイリングを防いだ経緯がある。

このケースに対して3次元の簡易解析を実施。全体的に安全率が高い中で、橋脚施工前に最も過剰間隙水圧が高く危険とされた箇所（シルト層とレキ層の境界面）の安全率は T&P で 1.275、3D FEM で 1.186 と低下。橋脚施工後はさらに3D FEM で 1.033 とギリギリの安全率が示され、実際の現象を説明し得る解析結果が得られたと振り返る。

ヒービングの解析事例

ヒービングの検討でSSR-FEMを使った解析例の紹介に当たり、蔡飛氏はまず、せん断強度低減法が2次元土留め底面のヒービングに対する安全率の検討に使えることを解説する。

その上で、軟弱地盤における土留め掘削底面安定性の検討を平面ひずみの問題と捉え、2次元解析を行った事例を紹介。根入れ効果の考慮により、根入れ長が0の場合から根入れが短い場合、次いで長い場合と推移する中で、土留め壁の剛性とヒービングに対する安全率の変化との関係性に言及。また、根入れ長などは同じ設定で剛性のみが高くなる場合、土留め壁の抵抗も高まり、安全率も高くなることが分かったとしている。

さらに、3次元解析によるヒービングに対する安全率の検討では、軟弱層が十分厚い場合、FEM 解析と3次元効果を考慮した Terzaghi の式の結果に一致する面が多く見られるが、軟弱層が薄くなるほど安全率が高くなるなど、解析結果より分かった。「センター図からは、軟弱地盤が厚い場合、掘削底面全体にリバウンド量が大きくなっているといった状況も分かります」

応力・変形計算の解析事例

応力・変形解析として、①事前（予測）解析（地盤の材料定数は調査や経験値を用い、土留め掘削時の地盤・土留め壁・支保工などの挙動を解析）②事後解析（土留め掘削時に観測された地盤・土留め壁・支保工などの挙動を再現できるよう、地盤の材料定数もしくはその一部を逆算）③情報化解析（土留め掘削時に観測された地盤・土留め壁・支保工などの挙動を再現できるよう、地盤の材料定数もしくはその一部を逆算した上で、次の土留め掘削ステップにおける地盤・土留め壁・支保工などの挙動を予測。とくに施工管理で重要）一の3種を列挙。土留め掘削の事例を基に、各解析によって

異なるパラメータの決め方がその結果にどのような影響を及ぼすかを説明する。

まず、事前解析（弾性解析）による一次掘削・二次掘削・三次掘削の土留め壁の変位を対比し、初期に大きかった実測値と解析値間の差が段階を経るごとに縮小することを確認。次いで事後解析（逆解析）により、土留め壁の変形に弾性係数のひずみ依存性を考慮した解析結果は、深さ方向の分布が実測値とほぼ同じで、最大値が一致することも分かった。

また情報化解析では、一次掘削時に観測された土留め壁変位の再現解析から逆算した弾性係数を用いて二次掘削・三次掘削時の土留め壁変位を解析。その結果、解析値／実測値は二次掘削時が0.69、三次掘削時が0.55となり、同様に二次掘削時の逆算結果を使って三次掘削時の変形を予測すると0.81となった。のことから、変形係数のひずみ依存性についての考慮が求められる、と蔡飛氏は説く。

さらに、非線形を考慮できるDuncan-Changモデルによる土留め壁の変形の解析では一次掘削・二次掘削・三次掘削ともに観測結果とおむね一致する結果を得た。そのほか、土留め壁の曲げモーメントに対しては、一次掘削時にDuncan-Changモデルと弾性モデルの間でかなり差異があること、三次掘削時には近似してくること、などを確認。切梁の軸力における解析結果と観測結果が整合していることも分かったとしている。

「FEMは一つの解析で周辺工事への影響も考慮することが出来ます」。蔡飛氏は地表面の沈下量から工事周辺建物、とくに近接構造物への影響評価のアプローチとして応力評価方法に言及。変位量を計算して構造物に強制的に与える強制変位法、地盤の影響も考慮する変位応答法、土留め壁変位をマルチステージ解析により算出する一体解析法を挙げつつ、これらについては今後さらに研究を進めていく考えという。

■技術セッション＜水工セッション＞1

第2回 浸水対策技術セミナー：基調講演



都市域における氾濫解析 の課題と方向性

広島大学大学院 工学研究科 教授
河原 能久 氏

「福岡水害（1999年）以降、とくに大都会で豪雨による浸水の被害が続いている」。とともに気候変動が進むれば豪雨が激化することは懸念されてきた反面、ハド面での対策のみでは限界があり、都市水害の軽減には助け合いのノウハウを含めソフト的な対策の充実も求められる。とはいえ、それらは基礎となるさまざまデータの収集・解析があって初めて有効に機能する、と広島大学大学院工学研究科教授の河原能久氏は説く。とくに現状の豪雨や多様な浸水被害に対し、有効な考え方あるいは対策案を導き出してくれるような計算手法が不可欠という。

最近の豪雨および都市水害の特徴

「発達した積乱雲であっても、一個ぐらいであれば降雨量は知っています」。それが集中豪雨あるいは「ゲリラ豪雨」になるには、例えば、梅雨前線へ南から水蒸気が供給され、北から冷たい空気が吹き込む中で強い上昇気流が発生、積乱雲が大量の雨を降らすパターンが繰り返されるといった仕組みが必要になる、と河原

能久氏は解説する。

同様な集中豪雨は08年夏も数多く発生。また豪雨の出現頻度に関する統計によると、最近30年間で日降水量100mm以上の日数が1.2倍、同じく200mm以上の日数が1.5倍と増加傾向を示す。とりわけ今後、都市部での大きな被害が懸念されるという。

そこで把握すべき都市水害の事象としてまず挙げるのが、市街地での氾濫。道路や建物、市内河川、地下空間といった都市構造は氾濫水の挙動に大きく影響する。したがって、氾濫した水がどう流れるかを議論する上で、これらの複雑な構造を可能な限り正確にモデル化する作業が重要と位置づける。次いで「これがなかなか難しい」としつつも注目するのは、内水排除における下水道の役割。その果たす機能を踏まえ、都市内河川のそれと併せ、相互にいかに分担すべきか考慮する必要があるとする。もう一つのカギが、都市域で広がる半地下構造や地下街・地下鉄など地下空間への浸水という都市水害特有の問題だ。

また都市水害の被害という点では、浸水面積は必ず

しも大きくなくとも被害額が大きく（被害密度が高い）、災害外力の割に被害が大きい。しかも被害は連鎖・波及しやすい。公共土木施設と比べ、一般資産の被害が大きくなる—などの特徴が見られる。

こうした事情を背景に河原能久氏は、河川のみの治水対策では限界があるとして、都市河川の流域全体を見据えた対策が進められてきたと振り返る。その際、対策検討をサポートするため、実情を出来るだけ正確に反映した氾濫解析が求められる。「(雨水流出解析ソフト) xpswmm でも水文モデルを出来るだけ物理モデル化していこうとすれば、どうしてもグリッドベースのモデルになっていかざるを得ないと思います」。加えて、水循環の解析でとくに大雨の際は時間刻みを小さくして計算するといった対応へ繋がっていくとの見方を述べる。

氾濫解析技術とその改良

「等高線だけで浸水深を推定するなどもっと簡単な方法もありますが、コンピュータ能力の高度化もあって2次元不定流モデルはもはや難しいレベルではないと思います」。都市水害の検討では、下水道および都市河川相互の関係、あるいは溢れた水がどう伝わっていくかをモデル化・解析する氾濫解析技術が欠かせない。河原能久氏は中でも一般性の高いものとして、2次元不定流モデルに焦点を当て紹介する。

初めにマニングの粗度係数、メッシュの中の重み付けされた土地利用の比率などを例に、氾濫解析の基礎方程式について整理。その上で、都市構造を評価し都水域の浸水を解析できる4種類の格子系（座標系）モデルを対比する。その一つ、デカルト座標系モデルは、格子生成など計算データの整備が最も容易。その半面、建物や街路の影響考慮には制約もある。また一般座標系モデルは、主要な街路の表現が可能とはいえ、細い道路までは対応できない。「最近採用され始めている」（河原能久氏）のが、非構造格子モデルで、複雑な地形や境界形状を表現する。ただ、他のモデルと比べ、非構造格子モデルは計算に時間がかかるのに加え、格子生成に時間と労力を要する難点もある。一方、これらがいずれも2次元であるのに対し、街路ネットワークモデルは1次元ながら、密集市街地での複雑な街路網を評価可能。しかし、格子生成にはかなりの時間と労力が求められることになる。

「デカルト座標系は基礎式を最も高精度に解くことが出来ます」。複雑な形状の格子をつくっていくと高精度の離散化が難しく、精度が落ちる傾向がある。それに對して、デカルト座標系を用いると計算やプログラム

作成の効率が良い。しかも、デカルト座標系であれば多様な統計量が容易に入手可能である。場合によっては更なる可能性も期待できる—などから同モデルで都市構造を高精度に再現し、精度を低減させないような解析手法の開発に着手した、と河原能久氏は経緯を述べる。

同モデルを改良するポイントとなった一つは、基礎方程式の精緻化。具体的には、計算格子内における建物等の存在の考慮（連続の式・運動量の式に流体通過率と空地率を導入）、および計算格子より小さい建物等による流体力の考慮（運動量の式に流体力を追加）に着目した。もう一つが、移流項の解析スキームの高精度化といった基礎方程式の離散化の高精度化だ。

前者に対するソリューションの一例として、河原能久氏は空地率と通過率を挙げる。都市水害では建物や道路網の影響を強く受けるが、従来の格子分割のままではそれらを適切に評価することが出来ない。つまり、計算のメッシュに建物の一部が掛かっている場合、実際には建物にブロックされて水の流れが変わるために、正しいメカニズムを説明するにはそうした作用を情報として反映する必要がある。そこで、基礎方程式に空地率や通過率を組み込もうというもの。これにより式自体は複雑さを増すものの、GISの活用で計算への反映は可能。さまざまな実験を通じ、建物に作用する力は建物周辺の水深から静水圧近似によって求められることが確認できたとしている。

後者に関する例が、解析へのCIPスキームの採用。これは、未知量だけでなく未知量の微分値あるいは積分値も同時に解くことで複雑な都市構造の表現を実現しようというもの。大きなスケールのメッシュを使っても高精度な解を得られることに着目し、そのことを検証した破堤水理実験についても説明する。

統合氾濫解析モデルの概要と今後の課題

「このような試みを通じてデカルト座標系にはまだ工夫による改善の余地はあるというのが我々の感触です」。とくに一般的な方法より計算式で解く量が多い分、解析時間を要するのが一つのネック、と河原能久氏は位置づける。これまで同氏らが取り組んできた統合氾濫解析システムを構成するのは、GISベースのデータ管理モデル（地形・地表面被覆・下水道網・人口／資産・水文量等・浸水実績）、雨水流出解析・氾濫解析・下水道流解析・洪水解析のサブモデルから成る解析エンジン、および浸水面積・浸水戸数・被害額等の評価モデル（GIS）。「下水道から溢れて地表を流れる氾濫流となったり、氾濫流が下水道へ流れ込む等のよ

うにサブモデル同士の関係にはまだ信頼性の低いモデルが使用されています」。一方、xpswmmを使った下水道の内水氾濫の計算、あるいは高松市の高潮氾濫解析の取り組みからは、正確な計算に必要なデータが必ずしも整備されていない実情が浮かび上がった。

これらの経験を踏まえ、河原能久氏は氾濫解析技術に関連して今後クリアすべき課題として①地盤高データの取得（レーザ測量によるDEMの生成）②地下空間データの取得③下水道データのデジタル化④統合解析の妥当性の検討⑤小規模な排水路網のモデル化—を列

挙。さらに、普段は排水系統に沿って流れる降雨が実際の豪雨時にどうなるかを計算するのが元々の問題との認識を説く。その意味でも、都市構造を考慮した解析では信頼できるデータの取得と検証作業は欠かせない。とくに大都会では地下空間への浸水モデル構築が重要であり、いっそうの議論が求められる。そして、下水道と市内河川のネットワークを同時に解析、河川計画や下水道計画の見直し・調整に役立てるというスタンスが必要にならうと述べる。

■技術セッション＜水工セッション＞2 第2回 浸水対策技術セミナー：技術紹介



ICUDエジンバラの報告 (世界の流出解析の現状)

NPO法人 水環境創生クラブ
石川 高輝 氏

NPO法人 水環境創生クラブの石川高輝氏は、08年8月31日～9月5日に英国エジンバラで開催された「第11回 ICUD (International Conference on Urban Drainage: 都市排水に関する国際会議)」に参加。今回講演では、同会議のポイントとそこから浮かび上がった最新の課題について紹介した。

第11回 ICUD の概要

ICUDは、国際水理学会(IAHR)と国際水協会(IWA)の合同委員会により、3年ごとに開催されているもの。今回は45カ国から600名近い専門家が集まり、都市の雨水排水に関する400超のテーマについて議論が展開されたという。

石川高輝氏は具体的に、前年(07年)に英国を襲った大洪水を反映して気候変動および洪水への対策、あるいは雨水排水に含まれる重金属類・有害物質・PAH(多環芳香族炭化水素)などによる汚染対策に関する議論が目立ったと振り返る。また、流出解析技術の関係では1D・2Dの多様な洪水氾濫解析に加えて3D技術の増加が窺われたほか、新たなモニタリング技術とその活用法、降水レーダーを利用した降雨予測、アセットマネジメントなどが話し合われたとしている。

とくに同会議冒頭、カナダのJiri Marsalek氏が「都市雨水中の浮遊物質：危ない水質の構成要素」と題して基調講演。雨水により大気や地表、市街地などから運ばれた浮遊物質には重金属、有害物質、PAHなどが含

まれており、それらが次第に生態系へ蓄積されることへの懸念が示された。また、翌日以降の基調講演では米国のRich Field氏が米国におけるCSO(合流式下水道越流水)対策技術の現状について、米国のBob Andoh氏が「統合された都市の水管管理に向けたイノベーションとパラダイムシフト」と題し統合的な水循環への取り組みについて、英国のAdrian Saul氏がICUDにおける経緯やその間の変化として気候変動や2D・3D解析の動向についてそれぞれ言及するなど、この分野における世界的な流れの一端が抽出された。

会議で掲げられたテーマは、「Futures (これからのもの)」「Water and Society (水と社会)」「Hydrological Processes and Run-off (水文学的プロセスと流出)」「Management of Drainage Near Source (汚濁源に近い排水のマネジメント)」「Sewer Processes (下水のプロセス)」「Diffuse Pollution (ノンポイント汚染)」「New, Novel and Emerging Technologies (新規、斬新かつ注目の技術)」「Data, Instrumentation, Monitoring and Modeling (データ、装置、モニタリングおよびモデリング)」「Urban Flooding (都市水害)」「Receiving Water Impacts (放流先水域への影響)」「Asset Management (アセットマネジメント)」「Urban Drainage in Developing Countries (発展途上国における都市排水)」—の12項目にわたる。それぞれのテーマには、さらに具体的なサブテーマを冠して構成されており、石川高輝氏はとりわけそれらの中にしばしば含まれていた「WSUD(Water Sensitive

Urban Design:水に配慮した都市計画)」「Green Roofs(緑の屋根)」「SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems:持続可能な都市排水システム)」「CFD (Computational Fluid Dynamics:数値流体力学)」「Priority Substance(優先化学物質)」—といったキーワードに注目、詳細に説明している。

今後の課題、そこでのxpswmmの可能性

「英国は昨年、大洪水に見舞われたこともあり、今回会議では気象変動がもたらす洪水への対策が盛んに論じられていました」。そこで石川高輝氏は、日本で取り組まれた総合浸水対策の手法がここでも有効に活用できるのではないかとの実感を述べる。また、すでに取り組みが見られる汚染された雨水排水の水質問題に対しては、日本の本格的な対応はもう少し先になりそうとの見方を示しつつ、それがどのタイミングになるのかに注目する。

一方、今回会議で米国環境保護庁（USEPA）によるCSO対策技術が紹介されていたことを引き合いに出し

ながら、わが国のSPIRIT21(下水道技術開発プロジェクト)で取り組まれたさまざまな技術についても世界へ発信していくという発想が求められると説く。その意味で、内水ハザードマップはソフト対策として大いに世界で活用できるはずという。さらにそうした動きを推進するアプローチの一つとして、日本独自の雨水排除に関する国際会議のようなものを立ち上げる必要性を訴える。

「ここで取り上げられた多くの課題は、流出解析技術が深く関わっている」との観点から、石川高輝氏はそれらへのxpswmmの適用可能性にも言及。とくに、雨水排水に含まれる重金属、有害物質などの評価、貯留・浸透施設の評価、洪水ハザードマップの作成などでの活用に期待を示す。そのためには、実践を通じた多様なデータの蓄積、理解の浸透を図っていく必要があるとしている。

最後に、次回ICUD(第12回)のブラジル開催予定と併せ、09年9月7日～11日に東京大学で開催される「第8回都市排水モデリング国際会議」について紹介した。

■技術セッション<水工セッション>3 第2回 浸水対策技術セミナー：技術紹介



浸水氾濫からリスクマネジメントへ

芝浦工業大学 土木工学科 教授
守田 優 氏

「実は、3年前の前回ICUDでリスクアナリシスについて発表したのですが、当時はあまりメジャーなテーマではありませんでした」。芝浦工業大学土木工学科教授の守田優氏は現在、日本橋川の汚濁流出解析などを取り組む。先の講演(NPO法人 水環境創生クラブ・石川高輝氏)で触れられたICUDに前回(05年、デンマーク)まで約20年間にわたって参加、都市雨水研究の流れを実感してきたと語る。一方、近年の欧州では洪水に関するリスクマネジメントへの関心が高まりを見せてきており、08年秋に英国オックスフォード大学でそれに特化した国際会議が開催され、自身もそこで発表。今回講演でも、国内ではあまり研究報告は多くないとしながら、ようやく自らの研究のフレームが構築されてきたというリスクアナリシス・リスクマネジメントに焦点を当て、新しい流出解析の方向に迫った。

リスクアナリシス研究への経緯

東京都は当初、時間50mm(再現期間3年の確率降水量に相当)の降雨までは浸水を発生させないと目標治水水準を設定。86年には総合的な治水対策の一環として、これを時間75mm(再現期間15年の確率降水量に相当)とする長期目標を掲げている。それに対して「この目標が治水水準として適正かどうか」「そもそもその治水計画の水準はどのようにして決められたのか」といった疑問を持ったことが、守田優氏によるリスクアナリシスの研究着手のきっかけとなった。

安全を目指すという観点から治水対策の目標レベルが段階的に上昇。ただ、予算縮減が求められる流れの中で果たして対応できるのかという懸念も広がっていた。しかも、どのような目標数値が適正かという根拠についてそれまで十分な議論がなされてきたとは言い難かった。そこで「やはり工学的な手法が必要だろう」との発想に至ったという。

神田川をはじめ都市河川の流域には人口や資産が集

中。普段はほとんど水のないような川であっても、ひとたび集中豪雨に見舞われると大きな水害に拡大しやすい特徴がある。そのため、局地的な出水を一時的に溜める洪水調節池の設置などの対応策が取られている。

一方、流出解析モデルは60年代までの「計画のためのモデル」という位置づけから、70～80年代には都市化による土地利用の変化が流出に及ぼす影響への関心が高まったのを受け、集中定数系から分布定数系へモデルが次第に精巧化。80年代にはSWMMをはじめ下水管の流れを水理学的に計算する水理モデル、次いで90年代には浸水氾濫モデルといった、今日のハザードマップ作成の基盤となるモデルも開発されてきた、と守田優氏は振り返る。「2000年以降は、それが浸水氾濫から浸水被害、さらにリスクマネジメントを支援するモデルへと繋がってきています」

洪水被害予測をモデル化

たとえば、飛行機と自動車を比べた場合、事故のダメージは飛行機の方がはるかに大きいが、その発生する確率は非常に小さい。我々のリスク感覚はしばしば、被害の大きさと頻度を同時に考慮している。しかし、水害に関してはダメージを小さくすることがすなわち、リスクを小さくすることといった概念で捉えられやすい。このように「リスク」と「ダメージ」が混同して使われがちのことから、守田優氏はまず、「ダメージ(被害)」が被害額に換算され得るものであるが、「リスク」はダメージにその確率を載せたもの、と両者の概念を厳密に分ける。

その上で当初、すでに研究の進んでいる地震のリスクマネジメント手法を洪水にも適用できるのではと考えた。ただ、地震では揺れが建物の被害に直接繋がるのに対し、洪水の場合はたとえ雨が降っても溢れ出さなければ被害は出ない。したがって、洪水のリスクマネジメントでは浸水を計算するプロセスが新たに求められた。そこでIDF(降雨強度・継続時間・頻度の関係を示す)カーブから計画降雨のハイエトグラフ、浸水の計算、被害の計算、リスクカーブへと展開し、それを基に最適な目標水準を得るというフローが描かれるに至った。

そのうち、浸水の計算を行うのが「モデル1(浸水氾濫シミュレーション)」。これは有効降雨から下水管流、河道流からさらに溢水による浸水を計算するもの。「ここでは非常に簡単なモデルを使っています」としつつ、守田優氏は下水管流・河道流・浸水氾濫の3モデルから成る仕組みを示す。計算結果については過去の浸水データを使い検証した。ただ、神田川という広いスケー

ルを扱ったため幹線のみで、個々の細かな下水管などは考慮していない。したがって、今後、より良いモデルがつくられた段階で置き換えていくことを視野に入れている。

また、浸水による被害の計算を行う「モデル2(洪水被害予測)」は、モデル1から得られる浸水深を基に被害率を出し、それをGISに重ねて被害予測を行う。まず、浸水被害の対象となり得る建物はじめあらゆる資産について、建物の構造(木造／非木造)、動産の家庭用品・償却資産・在庫資産(企業は業種別)といった観点から直接被害を11種類に分類。さらに営業停止中の間接被害を加えた各項目に対し、横軸に浸水深と縦軸に被害率を配してロジスティックカーブを作成する。すると、浸水深によって被害率が決定され、それに基づく資産評価額と被害率を掛算したものが直接の被害額ということになる。

リスクアナリシスによる最適治水水準の決定へ

「そうすると、どのくらいの雨が降ったら、どれぐらいの被害が出るという計算が出来てきます」。一方、洪水調節池や雨水浸透施設の建設などさまざまな対策を行った場合、治水レベルをどの程度上げるのに、いくらぐらいコストを要するかという計算は可能。さらにこれらのモデルを使うことで、コストをかけて治水レベルを上げていった場合、それに応じてリスクがどれぐらい下がるのかも算出できる、と守田優氏は説明する。

たとえば、再現期間(横軸)と確率密度(縦軸)により表されるストームカーブ(Sカーブ)は豪雨の確率を示す。この確率に対応し、IDFカーブおよび計画降雨のハイエトグラフ、モデル1・モデル2と連携させることで、再現期間ごとの確率降水量や洪水被害予測も計算できることになるという。

そのような事例として守田優氏は、神田川流域の将来計画という形で、洪水調節池あるいは浸透施設を増設し治水水準を上げることによって周辺の浸水深や被害ポテンシャルがどう変化するかをシミュレーションしている。

つまり、前述のリスクの定義に従い、豪雨の確率(ストームカーブ)と被害(被害のポテンシャルカーブ)を掛算してリスクカーブ(年間リスク密度カーブ)が表現される。そのうち、年間リスク密度カーブのピークの部分がリスクの最も高い状態で、ピークの右側では被害は大きいが確率は小さく、逆に左側では被害の小さな雨はその頻度が高いことが分かる。また、年間リスク密度カーブからは治水対策のリスク減少効果など

も計算できる。これらがリスクアナリシスの流れというわけだ。

「リスクカーブを計算し、ではこれを基に最適な治水準をどう求めるかということになります」

守田優氏はその際に必要なカーブとして、①年間どれぐらいの被害が出るかという期待値を示す「リスク・コスト・カーブ」②治水水準が上がってリスクが下がるその低減部分を描く「リスク・コスト低減カーブ」③治水水準を上げるために要する「資本コストカーブ」の3種類を挙げる。たとえば、年間リスク密度カーブを積分し、それぞれの治水対策に応じたリスク・コスト・カーブを得る。次いで、現状を基準に各治水対策の効果を反映したリスク・コスト低減カーブを描く。すると、治水水準が上がるに従ってリスクは減少する一方、資本コストカーブが上昇する関係が浮かび上がる。そ

こで最適な治水水準を決定するのに有効な指標として、ベネフィットをコストで割った「B/C」が位置付けられる。

本来、このB/Cは「1」より大きくならなければならない。「しかし、洪水調節池などの地下構造物をつくるとコストがかかるため、『1』より小さくなるのが通常です」。また、基本的にはB/Cの最も高いところが最適な治水水準となるはずだが、予算の制約などもあるため、自ずと検討の対象範囲も制限されることになる。一方、B/Cのみで判断して良いのかといった考えもあり、守田優氏はB/Cがリスク・コスト低減カーブなどとともにこうした判断材料の一つになるものと説く。

「リスクアナリシスを基に、治水計画や雨水排水計画の最適なレベルを決める際の決定プロセスを支援する大きなフレームワークは出来たと思っています」

■技術セッション＜水工セッション＞4 第2回 浸水対策技術セミナー：技術・事例紹介



xpswmmにおける最新氾濫解析技術と海外のケーススタディ

豪 XP Software社 副社長
Anthony Kuch 氏

雨水流出解析ソフトウェア「xpswmm」の開発元、XP Software社（本社、オーストラリア・キャンベラ市）副社長のAnthony Kuch氏は、氾濫解析における「xpswmm」の優れたツール特性についてデモを交えながら解説。併せて、海外（米国および英国）でのモデリング事例を紹介している。

「xpswmm」を使った氾濫解析技術では、まずGISとの連携に焦点を当て、さまざまなGISデータをインポート、新たなレイヤが形成される手順を実際の操作画面を示しつつ説明する。

また、1D/2Dの解析を統合し、一つのエンジン・ビューにまとめることで作業の効率化が可能になると解説。併せて、暗渠や開水路、流入枠などを例に1D/2D統合の操作の流れやそれにに基づくシミュレーションを示し、とくに開水路の事例を基に1D/2D統合解析のさまざまな特徴に言及する。

さらに、セルの標高データの修正などにおける優位性にも触れ、その操作手順を解説する。

これらの技術的な解説を受け海外での解析事例として、米国フロリダ州タンパの空港近くに位置する、頻

繁に洪水に見舞われ排水の改善が望まれる再開発地区での1D/2Dモデル、英国サッチャムの通水能が限られているために脆弱とされるエリアにおいてほとんどが2Dモデルでそこに暗渠が接続されるというケース、の2点を挙げデモを交えて紹介した。





実施設計時の諸元変更に対する貯留施設の効果検証

日本水工設計㈱ 東京支社第1技術部設計第1課

仲 剛彦 氏

浸水対策にxpswmmを用いた解析事例として、日本水工設計㈱東京支社第1技術部設計第1課の仲剛彦氏は計画設計および実施設計で自身が携わった貯留施設プロジェクトに関する発表を行った。当初、xpswmmを使い雨水の計画を作成。次いで実施設計段階において詳細な検討を重ねる過程で浮かび上がった新たな問題点に対応、計画設計を変更して作成した実施設計の概要とその効果検証について説明している。

対象区域における現況、問題点と計画設計

今回プロジェクトの対象流域は、流域面積231.61ha。その流末付近にはJRの駅があり、駅前を中心とする一帯は過去に浸水実績がある。

プロジェクト対象区域の計画降雨は53.4 mm/h (1/10確率)。

当該区域にはそのほぼ真ん中に1号幹線、それに接続する2号幹線、それらとは別系統の3号幹線と、3本の雨水幹線が存在する。そのうち、2・3号幹線は暗渠となっているのに対し、1号幹線はもともとあった水路に蓋掛けした開渠で、現在は下水道の幹線として位置づけられているもの。その1号幹線の中央部は地形的に低くなってしまっており、かつてかなりの浸水実績があったことから、貯留管を整備。その最も低い箇所に取水のための人孔が設置されている。この貯留管の貯留容量は約31,000m³。

このような流域に対し、まずxpswmmを用いて計画設計を実施した。

その結果、現況では貯留管が設置されたことで取水により下流部の水位が低下、駅前における溢水の問題は解消している。一方、取水箇所の上流部では1号幹線の流下能力不足から水位が上昇、溢水が発生する状況にあることが分かった。

これを受け、計画段階ではまず1号幹線の取水箇所上流部における流下能力不足の解消を実現する対策施設について検討。その際、そこはもともと水路であり、既設管の布設替えは困難なことから、新たな管（増補管）

を追加して能力増強を図ることとされた。

新たな課題に対応した実施計画

「この考え方方に沿って計画設計をまとめていったのですが、実施設計段階の詳細な検討を進める中で増補管による対策に問題のあることも浮かび上がってきました」

その一つは、計画路線上には上水道や通信、ガスなどの地下埋設物があり、増補管を設置するためにはそれらの移設が必要となること。もう一つは、先に触れた貯留管がシールド工法により施工され、その発進立杭が当初計画路線の付近にあったため、工事の影響を受ける周辺住民の理解が得られにくいのではと懸念されたことだった、と仲剛彦氏は振り返る。

実施設計に当たっては、まず既設の1号幹線がもともと蓋掛け渠であり、通常の管よりも粗度が粗いものとし粗度係数を0.015程度と設定して能力を計算していたことに着目。したがって、ライニング等の内面補修により粗度係数を0.010に変更することで、流下能力を上昇できないかとの発想の下、代替案を提案することになった。

この「ライニング案」は、増補管を新設する場合と比べ、大幅なコストダウンに繋がる。その上、既設管の中での作業となるため、地下埋設物の移設が不要。しかも、周辺への影響が少なく、地元住民の理解も得やすいなど、「増補管案」の懸念事項を解消できるものと見込まれた。

ただ、実際に管を設置する「増補管案」と比べ、「果たして同程度の効果を得られるのか」「水位がどの程度低下するのか」といった懸念はあった。また、既設管の粗度を上げることで、管内の流速はかなり上昇することが想定される。その場合、「下流部の取水箇所において貯留管への取水量に影響はないのか」、たとえば「水が取水人孔を速く流れ去ってしまい、貯留量が減ってしまうのではないか」などの疑問も挙げられたという。

そこで再度、xpswmmを使い「ライニング案」による

効果の検証が行われている。

解析の結果、水位低下の効果については両案ほぼ同程度の水位低下が見られた。また、貯留量については「増補管案」が約28,800m³、「ライニング案」が約29,800m³

と、解析数値からは若干ながらむしろ「ライニング案」の方が増大。いずれの懸案事項も問題ないとの結論を得たことから、この「ライニング案」が代替案として提案されたとしている。

■技術セッション＜水工セッション＞6

第2回 浸水対策技術セミナー：解析事例紹介



xpswmmによる管渠内に設置したフラッキングゲートの解析

日本工営(株) 流域・都市事業部上下水道部水計画G

菊池 有氏

＜水工セッション＞最後の講演では、日本工営(株)流域・都市事業部上下水道部水計画Gの菊池有氏が転倒ゲートを管渠内に設置することによる水理挙動を把握するため、xpswmmを活用した解析事例を紹介している。これは、人孔（マンホール）に転倒ゲートを設置し、水位や流速、流量などを計測。次いで、xpswmmを使って得た計算値と、この実測値を比較しようというのが狙い。さらに流域全体を考慮した際、転倒ゲートを一ヵ所ではなく、複数ヵ所に設置することでどのような挙動を示すか、あるいはどのような効果があるかについても探っている。

合流式下水道の課題と転倒ゲートの機能

合流式下水道では、一般的に晴天時の水量が少ないとから、流速低下を来し、下水管内に土砂や汚泥などの固体物が堆積しやすい。とくに都市部の伏越人孔部などには汚濁物が滞留しやすく、スカムの堆積や臭気発生の原因ともなる。一方、雨天時には流量が増大、それらの堆積物が雨水吐から公共用水域へと放流されてしまい、越流水による環境への悪影響に繋がるといった指摘もある。このような問題への対応策の一つに位置づけられるのが転倒ゲート。

「転倒ゲートは管渠内に設置されたゲート（弁体）により流下方向に流れてくる汚水を一度溜め、ある一定の水位になるとゲートが自動的に転倒し、その溜まった汚水を流すシステムです」。その後、水位がある一定のレベルまで低下すると、ゲートが元の位置に復帰し、隨時流れてくる汚水を再度貯留する。こうしてフラッキング（水を一気に流す）の力を利用することにより汚水の掃流力を増加させ、管渠内に堆積・沈澱しているものを下流側に押し流そうという仕組みだ。

管路内が常時洗浄されることで、晴天時における管

路内の汚濁負荷量、あるいは雨天時における越流負荷量が低減。当該施設の維持管理が容易になるほか、合流式下水道改善への寄与も期待できる、と菊池有氏は解説する。

フラッキング効果を実測値と計算値で確認

今回はまず、フラッキングによる効果を確認するため、管渠内に実際の装置を設置した上で、流速の変化などを調査した。対象となったのは、いずれも合流式下水道の1号人孔で、それぞれ2.15haと1.41haの流域を持つケース。双方のケースに対し、転倒式（フラッキング）ゲートの設置がある場合とない場合で流速の経時変化を計測。いずれにおいても、同ゲートが設置されている場合は一定間隔で流速の上昇が見られた。つまり、一度水を貯留し、ある一定の水位になると弁体が倒れて一気に水が流れしていく、というプロセスを繰り返している状況が確認できたとしている。

次いでこの、水を溜めて流すという現象をxpswmmによって表現。その実測値と計算値とを比較した。その結果、xpswmmによっても転倒ゲートが倒れ、一気に流速が上昇する様子を再現。また、計算値の方が実測値よりも若干高めになるとは言え、両者とも近い数値を示すことが確認された。

これらの検討を踏まえ、今度は任意の区域に転倒ゲートを設置した際の水理挙動を把握するため、2ヵ所のモデル地区を設定。それぞれ①同ゲートの設置なし②同ゲートを単独設置（設置位置：N2）③同ゲートを複数設置（設置位置：N2、N10）――という3パターンにおける流速の変化を計算した。

その結果、転倒ゲートを設置しないケースと比べ、設置しているケースでは流下方向へ向かってゲート（N2）の直下で流速が急激に上昇。また、下流にもゲー

ト（N10）を設置することでその直下の流速も上がり、単独ゲートより複数ゲートの方がいっそう高い流速を得られることを確認できた、と菊池有氏は述べる。

さらに、モデル地区の流下距離約500mに対し、転倒ゲートを単独設置したケース（②）では限界掃流速に達している距離が全体の約16%、ゲートを複数設置したケース（③）では同じく約67%の割合で確保。それぞれゲートなしのケースと比べて向上していることも明らかになったとしている。

「今回の試みでは、転倒ゲートという、通常の氾濫解析などと比べ非常に短時間で水理挙動が現れるケースであっても、xpswmmにより水理挙動を把握できるということが分かりました」。菊池有氏は引き続き、流速のみでなく、転倒ゲートによる汚濁負荷量の変化に関する解析、さらにゲートの設置位置や個数による流域の最適な配置の仕方などについて、検討していきたいとの考えを示す。

FORUM8

<設計 CAD／水工セッション>関連ツール情報

今回の連載第3弾で取り上げた各カテゴリに対応、主催するフォーラムエイトの担当者が解説した関連ツールについて、要点をまとめた。

■ : CALS/CAD

各種基準に準拠し、電子納品を支援するCALS/CADシリーズは豊富なラインナップを誇る。今回はその中で、F8出力編集ツールや調表出力ライブラリを統合したドキュメンテーションツール「F8DocServ」、朱書き機能に対応する土木専用2D汎用CAD「UC-Draw Ver.5」、特別講演でも触れられたLogical Image／Logical Smartを実装する「電子納品支援ツールVer.8」を中心に紹介している。

■ : 土工・仮設工

慣用設計法および弾塑性法による土留め工の設計・図面作成を行うプログラムの新バージョン「土留め工の設計 Ver.」にフォーカス。主な改訂ポイントとして土地改良事業標準設計、ハット型鋼矢板・軽量鋼矢板、コンクリート矢

板、SMWの等厚壁（TRD工法）、腹起しの2重（横並び）設置、などへの対応について説明している。

■ : 水工設計

まず、氾濫解析ソフト「xpswmm」の計算結果を3D・VR「UC-win/Road」へ取り込む連携ツール「UC-win/Road for xpswmm」の機能や手順を説明。これに関連して、東北大学今村文彦研究室で開発された津波解析コードを用い展開していく解析支援サービス等やUC-win/Roadとの連携にも言及。

また、UC-1上下水道・河川設計支援ソフトおよび下水道CAD製品のラインナップとして、「管網の設計計算 Ver.1.01」「配水池の耐震設計計算 Ver.2.00」「調節池・調整池の計算 Ver.1.02」「B O X カルバートの設計（下水道耐震）Ver.4.00」「マンホールの設計計算 Ver.5.00」「下水道管渠設計CADシステム iPipe Ver.2.00」「柔構造樋門の設計 Ver.3.00」を紹介している。



PRODUCT METHOD TECHNOLOGY EVENT

インフォメーション・ブース

EVENT

建設分野NPO、技術者集団の役割
シビルフォーラム 2/5 東京四谷
ITステーション「市民と建設」ほか

特定非営利活動法人 ITステーション「市民と建設」をはじめ土木関係のNPOが連携し、「シビルNP連絡会議」を組織。その最初の活動として、シビルフォーラム「建設分野におけるNPO、技術者集団の役割～建設技術者の社会貢献・自己実現とNPOの活性化を目指して～」を2月5日（13：30～17：00）、土木学会講堂（東京都新宿区四谷）で開催する。

プログラムの第1部が日下部治氏（東京工業大学教授）による基調講演「建設分野におけるNPO、技術者集団の役割」。第2部は日下部治氏をはじめ清野茂次氏（NPO法人 温故創新の会 理事長）、濱田政則氏（NPO法人 国境なき技師団 理事、早稲田大学教授）、花村義久氏（NPO法人 ITステーション「市民と建設」理事長）の4名のパネリスト（コーディネータ：大林成行氏（NPO法人 地域の教育と文化を考え行動する会 代表））によるパネルディスカッション「建設技術者の社会貢献・自己実現とNPOの活性化を目指して」を実施する。主催：ITステーション「市民と建設」、温故創新の会、国境なき技師団、橋守支援センター、人と道 研究会（いずれもNPO法人）。定員120名、参加費（資料代として）1,000円。

問い合わせ先：NPO 法人 IT ステーション「市民と建設」事務局
TEL 03-3987-6646

CALS/EC MESSE 2009

展示会・セミナー 1/22・23 東京有明
JACIC/SCOPE

(財)日本建設情報総合センター（JACIC）と(財)港湾空港建設技術サービスセンター（SCOPE）はCALS/EC & 建設ICTの展示会・セミナー「CALS/EC MESSE 2009」を1月22・23日（10：00～17：00）、TFTホール（東京江東区有明）で開催する。入場無料。

問い合わせ先：CALS/EC MESSE 2009 運営事務局（プロプラン内）
TEL 03-5348-5881

CONTEST

3D・VRシミュレーションコンテスト
第7回グランプリはNASVA模擬運転診断システム
フォーラムエイト

（株）フォーラムエイトは08年11月20日、第7回「3D・VRシミュレーションコンテスト by UC-win/Road」を開催した。これは、02年に同社の3次元リアルタイム・バーチャルリアリティ（VR）「UC-win/Road」が「ソフトウェア・プロダクト・オブ・ザ・イヤー」を受賞したのを機に創設されたもの。7回目を迎えた今回、12作品（うち海外から6作品）が事前にノミネートされ、当日のプレゼンテーションを基にコンテスト出席者、同社および外部選考委員の投票により各賞受賞作品を決定した。

その結果、グランプリ受賞は（独）

自動車事故対策機構（NASVA）による「CGシミュレーションを用いた模擬運転診断システム」。運転適性診断システム「ナスバネット」の核となる機能にVRシミュレーションを採用、安全エコ運転度・予防安全運転度・先急ぎ運転度・思いやり運転度の各診断を行う。シミュレータ上での運転記録はWebを介して分析され、アドバイス等にも反映される。商店街や幹線道路、高速道路の各シナリオを表現。

続く優秀賞は大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻の「堺市大小路LRT計画VRデータ」。堺市で計画中のLRT整備事業の検討・合意形成向けに、導入予定区間の一部（約1.6km）を対象として作成。現況を基に各種提案を表現している。

その他各賞は次の通り。アイデア賞：新しい架設機工法を説明するための「駅構内の地下通路建設における工事桁の架設」（株）ノダエンジニアリング）、エッセンス賞：街路景観の評価手法を提案する「研究・教育カリキュラムへのVR活用事例」（大同工業大学工学部都市環境デザイン学科）、海外部門賞：スーダン・ダルフルにおいて飢餓と貧困に苦しむ人々のため新しい町の建設を提案する「AFRICA_SUDAN プロジェクト」（CION Media Company：トルコ）、審査員特別賞（地域づくり賞）：「山清・壽洞 VRシミュレーション」（釜山地方国土管理庁：韓国）、審査員特別賞（デザイン賞）：「3次元VRを活用した高齢化社会の避難シミュレーションの事例」（大成エンジニアリング（株））、審査員特別賞（技術賞）：「Digital Phoenix Project by UC-win/Road III」（Arizona State University：米国）。

問い合わせ先：（株）フォーラムエイト
TEL 03-5773-1888