

河川堤防の土質工学的研究 (総合題目)

山村和也

近年の急速な経済発展と河川沿岸部に発達する都市への人口集中が著しいため、河川氾濫区域内に含まれる人口国民資産は莫大なものとなっており、一度破堤を起こした時に生じる被害はきわめて大きなものと予想されている。加うるに、河川流域の開発によって河川の洪水流量が増加の傾向にあること、また、沿岸住民の自主的な水防活動が期待しえなくなってきたことなど、堤防破堤の災害を発生させる要因が増加しているため、河川堤防の安定性を一層高める要請が特に強くなってきている。

河川堤防の建設の歴史は古く、技術的知識、経験はすこぶる豊富と考えられるが、従来、土質工学的立場からの研究は十分なされていたとはいいがたいため、この面からの検討を行なった。

本研究は5編の論文から成立しているがいずれも土質工学的立場から解明ならびに考察を加えたものである。

1. 堤防土質の実態とその考察

堤防材料の選定に土の分類法を利用し、堤防材料としての適否を論じ、まず堤防材料の評価の基準を示した。さらに堤防材料の実態調査として、広く各地の堤防で実施した土質調査資料を分析し、実際に使用されている土の種類、密度、含水比、締め固め度などの実態を示すと同時に道路盛土と比較して、堤防の品質を論じ、その結果、堤防は均質ではあるが締め固め度が低く、安定性の増加のため締め固めの必要なことを指摘した。この結果は築堤土工の際の品質管理基準、たとえば締め固めの標準値の決定に裏付けを与えたことになり、設計施工指針作成にも広く利用できる成果を示した。

2. 堤防地盤の漏水

堤防地盤漏水は洪水時の問題のみならず、最近では水資源の有効利用の立場から河道に水を留めようとする計画が各所で立案され、そのための漏水対策も広く問題となっている。漏水現象については過去の実例に基づいて、地盤を単純なモデルに置き換え、定常流および非定常流について種々の解析例を示した。さらに地質浸透の具体的な例を示して、洪水時に実測した透水層内の水頭分布の変化に対して考察を加え、また、非定常浸透流の解析によって地盤透水係数、貯留係数などを検討し、試験値と実際の値に差の生じうることを指摘した。これらの結果として、地盤漏水対策の設計の際の検討を地盤をモデ

ル化して行なってよいことや洪水継続時間の漏水におよぼす影響などを具体的に示した。

3. 堤体の安定性

河川堤防の破壊が、水の浸透によって生じるので、浸透と安定性の問題について重点的に論じた。

堤体への浸透は降雨と河川水位の上昇によって生じるが、このうち、降雨の浸透は不飽和浸透流と考えられるので毛管水と飽和度の関係に着目して検討を加え、さらに土の含水量と堤体の強度特性を結び付けて、浸透水の堤体の安定性におよぼす影響に考察を加えた。また、河川水位上昇に基づく浸透についても実用的立場からの検討を行なった。

堤体の安定性についての研究で特記しなければならないことは、実物大の模型堤防を用いて斜面崩壊に関する一連の破壊実験を行なったことで、他に類のない大規模実験である。また、模型実験の相似性や不飽和浸透流の解析方法についても言及した。そうして、結論の一つとして、堤防の表面止水が堤体の安定性の向上に効果のあることを示した。

4. 堤防補強について

防災構造物である河川堤防の重要性がますます高まっているために現在ある堤防補強が必要という立場からの研究である。堤防補強に関しての着重点を明らかにする目的で、まず、過去に起こった堤防破堤の資料を収集し、破堤の形態、原因などを分析した。そうして、堤防の安全性を破壊確率という考えに基づいて説明を加えた後、破堤の大部分の原因が越流であるという事実から、堤防土羽土の下に布を敷き込むという簡単な補強法を提案した。さらに、この補強法の効果を確認するため、実物堤防で破壊実験を試み、洪水継続時間の比較的短い中小河川では実用に供しうることを示した。

5. 越流堤防の構造設計

特殊な問題であるが、軟弱地盤上に作られるアスファルトフェイスングの越流堤防の構造設計方法についても論じた。具体的には渡良瀬遊水池の越流堤防が対象であったが、堤防形式がアスファルトによる被覆という特殊な形式であり、しかも規模がすこぶる巨大であるため、設計に当たって堤防の安定性、出水時の水圧、浸透流に基づく揚圧力に対するフェイスングの安全性などの問題があった。この研究では土質工学的な立場から、洪水時に生じる堤体内の浸透流、フェイスングに働く揚圧力、堤体内の排水排気施設などについて検討を加え、解析ならびに模型実験結果から、堤防構造の設計法を提案した。実際の越流堤もこの方法が適用され設計が行なわれた。

土木計画，設計における地形情報処理 システムに関する研究 (総合題目)

村井俊治

土木計画，設計に地形情報を詳細に考慮することは，土木技術的な視点のみならず，環境や景観を守る上からもきわめて重要である。

地形情報を扱う場合，地形情報源，地形情報抽出装置，計算機などのハードな面と，地形情報のデータ構造や内挿処理などのソフトな面を考えた上で地形情報システムをつくり，これを計画，設計に応用することを考えなければならない。

本研究ではまず第一に，航空写真および等高線地図を地形情報源としたときに，計算機内に数値地形モデル(Digital Terrain Model:DTM)を構成する手法を確立した。

このDTMは，単に地形高をあつかうのみならず，地形勾配，斜面方位，流域面積，流線，地形が地形におとす影，地形景観など数多くの地形情報を体系的に処理した点で価値がある。

すなわち，メッシュ状の地形標高を用いて，地形を連続かつ滑らかな曲面としてデジタルな形で表現した上で，地形の幾何学的諸特性を計算機内に記憶せしめる手法を開発した。

これらの地形情報は，土木計画，設計の目的に応じて，自動製図機，ラインプリンタなどの図形処理装置により，ベクトル地形図，斜面方位図，流域面積図，流線図，地形景観図などに自動作画される。

次に，本研究では，道路，宅地，ロックフィルダム，台地の設計など主に地形を変更する土工中心のアースデザインに上記の地形情報システムを導入し，新しい視点にたった設計手法と設計の評価手法を完成した。

すなわち，従来の設計では，等高線地図を主に地形情

報を考慮する資料としていたが，本研究では，このほかに数多くの他の地形情報を合成することによって，地形を従来よりはるかにきめ細かく考慮することが可能になった。

また，設計前の地形が，設計後にどのような姿に変更されるかを事前に評価するための資料をコンピュータグラフィックスを利用して作成し，宅地造成などのシミュレーションを可能にした。

たとえば，宅地造成のシミュレーションでは，平面計画を作成するのに先だって，その地形が，造成勾配，切盛土量のバランス，固定計画高などの制約のもとに，どのように変更されるのが最適であるかについてのシミュレーション手法を提案した。

ここでは，数量的な評価と図形を媒介とする非数量的評価を総合化する上で，地形情報処理はきわめて有効なものであることが指適された。

道路設計では，設計の合理化と省力化の目的から，フリーハンドで選定された路線にサーキュロイド曲線と定義づけられた新しい平滑曲線をあてはめ，線形計算から土工量算定までを計算機で自動処理する手法を提案した。この曲線は，平面線形だけでなく，縦断線形にも利用でき，少ない入力データで美しい道路線形が得られる利点が明らかにされた。

ロッフィルダムの設計では，DTMを用いて，最も築堤量の少なくなるダム軸の選定が行なわれる。

この場合，築堤材料別の築堤量の算定が自動化されるのみでなく，ダムが周辺の地形景観の中でどのような視覚効果を生むかをコンピュータグラフィックスの手法によりたしかめられた。

本研究で開発された地形情報処理システムは，上記にのべたアースデザインの最適化に寄与するだけでなく，洪水流出，げけ崩れなど，地形の表面形質に起因する自然災害の発生機構を解明する上でも重要な資料を提供しうるなど，土木工学における新しい分野を開拓した。

膨張セメントコンクリート に関する研究（総合題目）

長 滝 重 義

セメントコンクリートの二大欠点は、引張強度の小さいことと乾燥によって収縮が生じることであり、これらの特性は相乗作用により容易にコンクリート構造物にきれつを発生させる。これらの欠点を補うべく種々の観点からの研究が古くからなされてきたが、最近では膨張セメントを使用して解決を計ることが米国、ソ連ならびにわが国でさかんになされつつあり、一部実用化されている。本研究は、この種の膨張セメントを土木構造物に実用する場合に想定される諸問題について、広範囲にわたって実験的に検討を加えたものであって、膨張セメントを収縮補償用すなわちきれつ防止用として用いることのみならず、膨張力を積極的に利用してコンクリート部材にセルフストレスを導入させることをも検討したものである。

本研究の内容を大別すると、膨張セメントコンクリートの道路舗装版への応用に関する研究と膨張セメントコンクリートのクリープ性状に関する研究に分類される。すなわち前者は微小のセルフストレスであっても構造設計上有効な効果を示す構造物としてコンクリート舗装版を選定し、特に連続鉄筋コンクリート舗装（以下 CRC 舗装という）とプレストレストコンクリート舗装（以下 PC 舗装という）への適用を試みたものである。また後者は膨張セメントコンクリートを鉄筋コンクリート部材、特にプレストレストコンクリート部材に適用する場合を想定し、その際最も大きな問題点となるクリープ性状について検討したものである。

衆知のごとく、CRC 舗装や PC 舗装は普通コンクリート舗装に比べて多くの利点を有する舗装形式であることは当然であるが、未解決の問題も多く、特に CRC 舗装に発生する微細ひびわれの安定性、PC 舗装における予備緊張の必要性や路盤摩擦力によるプレストレスの損失に伴う版長の制約や PC 鋼材の使用量の増大などの問題点を有している。本研究では膨張セメントをこの種の舗装に適用することによって上記問題点の解決を試みたものであって、詳細な室内実験による有効性の推定と実際に打設した CRC 舗装（一端固定、他端自由、版長 90 m）および PC 舗装（両端自由、版長 140 m、ポストテンション可動方式）により、これらの舗装版に生じたひびきや変位などの測定結果に基づく有効性の検証を行な

った。その結果、実験の範囲内で、(i) コンクリートの若材令における舗装版の乾燥収縮を防止できる、(ii) 連続舗装版の中央部分に路盤摩擦拘束によるセルフストレスを養生期間の若材令において 20 kg/cm^2 程度、長期材令において 10 kg/cm^2 程度生じさせることが可能である、(iii) この結果の応用により、ひびわれなしの CRC 舗装を容易に造ることができ、また PC 舗装においては仮緊張が不要になり、若材令におけるセルフストレスが減少しないうちに機械的プレストレスを導入すれば、路盤摩擦による機械的プレストレスの損失を防ぐことができる、(iv) 鉄筋拘束によるセルフストレスは量的には $3\sim 4 \text{ kg/cm}^2$ 程度と少ないが、版全体にわたって一定であり長期間存在する、(v) 膨張セメントコンクリートの耐摩耗性は普通コンクリートに劣らないことなどが結論された。なお、室内実験においては、膨張材の混入量、拘束の程度および養生条件の相違が膨張セメントコンクリートの膨張性状、力学的性状および耐久性におよぼす影響についても詳細に検討し、膨張セメントコンクリートの一般的性状についてもかなりの程度まで明らかにしたのである。

次に膨張セメントコンクリートのクリープに関する研究では、大略 150 個の供試体を用いて膨張材の混入量、クリープ試験時の養生条件、初期膨張時の拘束状態、載荷材令の要因がクリープひびきにおよぼす影響について実験的に検討した。その結果、膨張セメントコンクリートの場合には自己膨張の要因の加算により、クリープ性状の解析には、単位クリープひびきと実効クリープひびきの両面から検討されなければならないことを始めに明らかにした。次いで上記諸要因がクリープ性状におよぼす影響については、(i) 膨張セメントコンクリートのクリープの特徴として、Transient creep が普通コンクリートより大きく、Steady-state creep は水中養生の場合普通コンクリートと同程度であり、乾燥養生の場合は普通コンクリートより小さくなること、(ii) 膨張セメントコンクリートのクリープ性状は、普通コンクリートと比較した場合、水中養生条件下と乾燥養生条件下では全く相違する。水中養生条件下では膨張材の混入量が増すとクリープひびきが大きくなるが、乾燥養生条件下では普通コンクリートのクリープひびきよりも小さくなる、(iii) 載荷時まで生じた膨張量が大きい供試体ほど、応力を導入する材令が早いほど膨張セメントコンクリートに発生するクリープひびきが大きいことなどが実験の範囲内で結論された。