

201 号室での発表は、構造解析に関する 45 編(欠番 1)であった。これらの内容は、① 演算子法に関するもの 11 編、② 有限要素法に関連するもの 16 編、③ 有限変形解析に関するもの 8 編、④ その他の構造解析 10 編であって、これらのほとんどがマトリックス構造解析に属するものであり、とくに有限要素法に関する研究が、基礎的問題、非線形および振動問題への応用を含めて、昨年に引続いて最も活発であるように見受けられ、また、安定問題、長大構造物の解析に関連して、有限変形の問題に対する関心の強いことが感じられた。

演算子法に関するものは、ここ数年開発研究が続けられ発表されているもので、いわゆる漸化式によるマトリックス構造解析であるが、本年は、複合構造物、弾性床上の構造部材、二次元骨組および任意トラスの汎用プログラム、大型トラス橋、連続ばりの振動解析など、具体的な構造物への適用について多数の研究発表があった。これらの解析が、計算機の容量および計算時間、プログラムの難易、精度などについて他の解析法と競合発展されることが望まれる。

有限要素解析のうち、基本的問題に属するものとしては、有限要素法の基礎としての変分原理を、平板解析における適合系、非適合系の統一的説明に視点をおいて考察したもの、有限要素解析における数値誤差をエネルギー相対誤差をめやすとして考察したもの、骨組構造解析に用いられるトポロジー的手法の連続体有限要素解析への適用などの研究があった。また、時間要素を含む有限要素解析において、時間項の差分をとる従来の方法に対し、時間項を含めた有限要素法の試みが、一次元波動方程式、あるいは非定常温度分布解析などについて行なわれ、数値計算の難易、安定性などの比較検討がなされた。さらに粘性流体に関する変分原理の有限要素法への定式化の試み、三次元モデルについての要素選択の条件の検討、粒状体構造物を対象としたマイクロポーラ体としての解析など興味ある研究が発表された。一方、有限要素法の具体的構造物への応用解析については、薄板要素による立体構造解析、埋設管あるいはパイプビームシェル構造の解析、切欠き円孔をもつばりの応力集中に対する弾塑

性解析、平板の曲げに関する形状関数の検討、板のたわみ曲げ解析における近似式などの研究があった。また、有限要素法による振動解析に関するものでは、有限要素法による板の振動固有値解析、大次元行列の固有値を求める場合における縮合の検討などが取扱われた。

一般的非線形有限変形の解析に関する研究としては増分法における変位増分の推定、三次または二次以上のテーラー展開を基礎とする摂動法による研究などがあったが、これらは荷重—変位曲線の形状あるいは増分のとり方などが、解の有用性を規定してくるものと考えられる。また、平面骨組構造物(はり—柱系)の有限変形解析、ケーブル系構造物の荷重漸増法による立体解析の研究があったが、これらはとくに初期値のとり方、変形過程の検討などが重要な要素となる。さらに、薄肉理論の適用による、対傾構の変形を考慮した箱型トラスの立体解析、薄肉長方形断面における断面変形を考慮した長方形ばりの剛性マトリックスの研究、アーチ橋の有限変形計の計算と、その検討などが発表されたが、これらはいずれも構造物の長大化に伴って、今後とも発展が望まれる課題である。

有限要素解析に対しては、階差法の再評価を平板の Hermite 階差法による解析によって求めた発表があり、またトランスファー・マトリックスによる構造解析が曲線構造物、任意形格子桁の解析に対し、移動荷重への応用を含めて行なわれた。これらの解析法の適用については、その他の解析法を含めて、その対象とする構造物についての検討が必要であると思われる。一方、骨組構造のブロック遷移マトリックスにおける特異の問題についての研究があった。その他のマトリックス構造解析に関する研究としては、骨組の偏心結合の解析、中型計算機を対象とした構造解析システムの研究、らせん曲線材を含む立体骨組構造の解析、曲げねじり剛性を含む剛性マトリックスの研究、横桁のねじり剛性をも考慮した格子桁の解析研究などが行なわれた。その他、データ処理システムを含む構造模型試験装置の発表があった。

以上、この分野の研究のほとんどが電子計算機の使用を前提としたマトリックス構造解析に関するものといっても過言ではなく、今後ますますこれらの傾向は助長されるものと考えられるが、数値計算上の技術的な論議と平行して、解析思想ともいえるべき、原理的・基本的な問題について、たえず問いかえされながら発展していくことが望まれる。

著者が総括報告を受持った範囲は、I-48 から I-95 までの報告である。

このうち三次元弾性、弾性論応力集中に関するものは、I-1~27 のものが FEM 関係のものであったのに対し、おもにいわゆる選点法によるものである。選点法はある弾性体についての解析解を用い、任意形状体の境界の有限個の点で境界条件を満足させようというもので、境界より少し離れた点では精度のよい連続解が得られることが期待される。過年度よりこの方面の研究がなされているが、上記方法を複素変数法との組合せにより多数孔の問題に応用したものや、塑性流れも含めて、部分的に剛度の異なったものに適用できるように発展させたもの等が発表された。構造物の解析に多方面よりのアプローチは大切なことであるが、一方、それぞれの解析法は確立しつつあり、単に例題としてでなく興味の対象としている構造物の力学的性質、工学的特性の解明に努力が注がれてこそ構造工学の進歩に役立つものと思われる。

弾塑性解析について、塑性域での二軸応力状態での応力-ひずみ関係、あるいはひずみ硬化のねじりに対する影響等、単に仮定・理論のみでなく、実験をとおしてその性質を知ろうとする試みが提出された。こういった面の発表は昨年の講演会では見られず、基礎的な面に注意が払われるようになったことは好ましいことである。一方、弾塑性問題を解析し易いあるモデルで表わし、それらと実験結果との対比によって、あるいは連続体の性質をテンソルを応用して解明し、一般的説明を行なおうとするもの、あるいは数学的表現に意味を持たせようとする等の試みが二、三発表された。

材料の降伏と有限変形による構造物の耐荷力の問題は多くの研究者の興味を引続きひき、多くの研究が発表された。トラス構造についても、こういった面から耐荷力を求めようという努力がなされているが、各部材の断面形状、トラスの幾何学的形状、荷重状態等が互いに関連しあい、ある一例について崩壊荷重が得られたとしてもその崩壊を規準化し、さらに終局耐荷力をもとにしたトラスの形状、断面形はどういうものであるのか、さらにその設計法の確立までには、長い目的意識をもった研

究が必要であろう。また、骨組構造の弾塑性安定問題に関して、一般化した手法を確立しようとする試みが一方ではなされ成果をあげつつある。

本年度は変断面柱の耐荷力の問題を取扱った研究が数編提出されたが、等断面単一柱の耐荷力といった基本的な問題でも複雑な現象であり、それに一軸曲げ、二軸曲げ等と考慮すべき事項が一つ増加するたびに、設計基準を設ける等のことの困難さは加速度的に増加する。多くの基礎的データを提出することは、きわめて大切なことであるが、変断面を使用する目的、理由、また、設計に対する基本的な考え方といったものを一度見なおすことも必要のように思われる。

近年、補剛材を有する板の座屈による橋梁事故が続いたが、一つは溶接による残留応力による板の耐荷力の低下と、一つには補剛材に残留する応力による補剛効果の低下が問題になってこよう。従来、補剛材の剛度は弾性座屈をもとにして定められており、これらが降伏域でどのような働きをなすか不明な点が多い。補剛板の耐荷力について3編の理論的・実験的研究が発表され、プレートガーダーの水平補剛材についても実験結果が提出された。縮尺模型実験による場合は、実際構造物のもつ不整さがよく再現できているかどうか問題であり、とくに板厚の厚いものについては、この不安が残る。実際に製作されている構造物のもつ不整さと耐荷力の関係を広範囲な実験、その統計的処理といった工学上重要な研究がなされ注目された。

残留応力を有する構造物の耐荷力を、弾性部分断面についての固有値問題として解く研究が進められ成果をあげつつあるが、それらが真の耐荷力とどのような関係にあるのか、一度解明しておく必要もあろう。そのほか、繰返し荷重を受ける構造物の弾塑性問題は、耐震設計とも関連し建築の分野で広く研究されているが、著者の所持範囲で2編の発表があった。

弾性座屈問題は、実際構造物が弾性域で座屈を起し崩壊するような寸法となっていないので、真の耐荷力という点で興味が薄れるが、一つの耐荷力に対する基本的基準を与えるものであり、理論的には比較的問題なく行なえる利点もある。

今年度は補剛パイプの座屈、アーチ系橋梁の面内座屈、面内荷重を受けている扇形板の座屈、柱などで点支承される板の座屈、あるいは変厚補剛板の圧縮座屈といった問題の研究発表があった。

203 番教室での発表論文の分野と編数は、それぞれ、薄肉構造 6 編、細部構造 5 編、疲労 8 編、クリープ 3 編、板 16 編、設計法 11 編、合計 49 編である。

これらの分野は、相互に関連する研究もあるが、対象がかなり広範囲に及び、研究方法もそれぞれに、理論解析、数値計算を主とするもの、模型実験または、現地実験に関するものと多岐にわたっており、全体的な研究の流れ、研究の動向、問題点の抽出、将来への展望を簡明に記述することはむずかしいので、各分野ごとにその傾向を概説することにする。

薄肉構造の分野では、薄肉断面部材を構成要素とする構造物が多く建設されている現状に応じて、曲線桁の解析およびその実験的検証、薄肉断面部材の一部がトラスで構成される場合の解析方法に関する基本的な考え方、ならびにそれに対する実験的考察、曲げねじりを受ける薄肉断面部材の断面形状の変化を考慮したときの解析方法など、現実的に要求されている構造工学上の各種の問題を解明するための努力が重ねられている。なお、薄肉構造の解析は主として鋼構造物が対象となっていたが、コンクリート材料の品質の向上と施工方法の発達による薄肉構造化の傾向を考えて、コンクリート箱桁について曲げねじりの問題を解析し、他の理論による結果との比較検討を行なっている。

解析方法については、他の分野でも共通していえることであるが、マトリックス構造解析が、電子計算機の発達とともに構造物の応力解析に利用され、この手法が構造解析の主流となっている。

細部構造の分野では、応力集中に関する問題が取上げられ、断面急変部における局部応力、継手における応力状態、溶接部の強度など、それぞれ多くの実験結果をもとにして論じられている。これらの研究資料が理論解析と有機的に結びつけられ、また、積重ねられその結果として構造物設計の合理化と新しい形式への脱皮・発展が期待される。

疲労の分野では、桁、板を研究対象とするものと、接合に関するものがあり、また材料面では、鋼材、異種混成材、コンクリートと鋼との合成材などがある。これらの実験的研究より得られた疲労の挙動、疲労強度などは、実用面できわめて重要な問題であり、その成果は直接設計法に生かされていくものと思われる。

クリープの分野では、プレストレストコンクリート構造物のクリープ、および収縮応力の解析、ならびに粘弾性解析、また、粘弾性材料における緩和関数の決定についての研究が、有限要素法を適用して興味ある結果を導いている。

板の分野では、解析理論を主とするものと、実験的研究とに大別されたが、板は古くからの研究テーマであり、編数も最も多い。理論的研究では、力学の他の分野で見られるように、マトリックス構造解析が多いなかで、差分法に研究者独自の工夫を加味した論文が報告されている。たとえば、力学的適合条件を考慮しながら解く方法がそれである。また、境界条件を任意にしてフラットスラブ構造の影響面を求める研究は、差分法、有限要素法を直接適用する方法、また、級数法による数式表示法等があるが、それらには、それぞれ適用範囲があり、ときに多くの労力を要し、演算精度の向上も容易でなく、あるいは境界条件が限定される、などの問題点が残っている。それを新しい考え方のもとに解析し影響面を求めている。また、板の形状としては、扇形板、凹角部を有する平板、L形平板等が解析され、方眼マルチセル構造体の応力も紹介されている。なお、固有関数法による矩形板、平行四辺形板の曲げの解析、有孔扇形板の応力性状を、平板の基礎偏微分方程式の一般解に表われる未定係数を境界上の有限個の条件で決定する方法で解き、また、平板の曲げを積分方程式を用いて解く方法など、古い歴史をもつ平板の解法に、研究者がそれぞれの立場から新しい試みを実行している。実験的研究では、弾性基礎上の自由平板の変形、応力状態が、地盤係数、断面剛性、荷重にいかに関与を受けるかの研究、高張力鋼、超高張力鋼よりなる板の溶接残留応力に関する研究が報告されている。

設計法の分野では、橋梁の設計に対する基礎的資料としての許容応力に関するもの、疲労寿命に関連する種々の要因の研究、また骨組構造物の動的特性を形状無次元積を用いて複雑な相関関係をもつ現象の表示を容易にする研究、さらに将来の構造物設計へのアプローチとして安全性の保証を合理的にする信頼性理論と、経済性をおもな対象とする最適設計法がとりあげられ、それらの応用面に関する研究、さらにコンピューターを高度に利用し、構造解析から構造設計、自動作図にまで応用する研究が意欲的に行なわれている。安全性と経済性とを合理的な基盤のうえに成立させるのが構造物設計の基本概念であることを思えば、この分野の研究成果の集大成が望まれる。

耐震に分類された論文数は 36 編であり、昨年度の講演会の 26 編に比べて約 50% の増加となっている。2 年ごとに開かれる地震工学研究発表会が本年 7 月にあり、31 編の論文がすでに報告されているのであるから、この増加の割合は異常に高いといえよう。耐震関係報告のブームの一因としては、4 年ごとに開かれる世界地震工学会議の第 5 回会議が明 1973 年 6 月、ローマで開かれる予定となっていることがあげられよう。

報告された研究の内容には、耐震に限らず、その他の部門でも、相変らず精粗飾朴に大きな開きがあるように思われた。割当てられた講演時間を有効に使って、適当な題材の主題を提起し、解決の方法を示し、結論を導くような明快な発表に対しては、聴講者も思わずつり込まれ、活発な質疑がとり交わされる場面もあった。

耐震関係では、まず地盤または地盤と構造物を同時に考慮した地震応答の問題について 16 編の報告が触れており、第 III 部門でも論文題目から推定して類似した報告が数編は見受けられる。これらの研究は、地盤の波動および地盤と構造物のインターアクション (interaction) に関連するものであり、当分の間、耐震に関する研究は地表面から下方の地中を対象に進むのではないかと思われる。

この問題の共通の主題は、今日ではまだ力学上の因果関係の解明というところにあり、解決の手法としては理論解析、数値解析、実験解析など、あらゆる手法が用いられている。しかしながら、地盤または構造物の形状が一般には単純ではないためか、理論解析に関する報告は数少ない。

今後は、しだいに明らかになりつつある上述の成果をもとにして、地表面および構造物で観測される事実、さらには地中で観測される事実などに対して合理的な解釈を加えうるように進展することが望まれる。また、さらに一歩進めて、地震そのものの機構までを模擬化し、地震動に関する理学上の包括的な理念を工学および技術の面から個別的に検討しようという未来が開かれる可能性にもつながるものといえよう。

さらに耐震関係では、上述のものに関連している報告も含めて、主題が地震動および強震記録、橋梁、ダム、埋設管および沈埋函について、それぞれ数編の報告があった。

地震動および強震記録については、地震動波形の模擬化を主題とする報告が若干後退し、昨年以降、強震記録から得られる情報の検定を主題とする報告が台頭してきている。

構造物を主題にした報告では耐震設計、震害の分析、強度または崩壊、耐震工法などについて触れている。実証的な面では、サンフェルナンド地震の橋梁の被害の分析のために行なった 57 mm 径の合衆国製異形鉄筋の付着強度に関する報告が興味ぶかく、考案としては、橋桁端部の結合方法とその動的挙動の解析が異色であり、ダム、沈埋トンネルなどの三次元的な地震応答解析計算と模型実験による検証はその労を多としたい。

耐震関係全般では、地震動の入力および構造物の耐震性能を定量的に設定または評価することについて、さらに研究を深め、ひいては信頼性のある耐震技術を確立するために学術・技術の分野を問わず、よりいっそうの努力が求められるのではないかという印象を得た。

波動に関しては 6 編の報告があり、二次元物体およびはりの応力波に関する理論解析、数値解析、光弾性解析などによる成果が提示されたほか、地盤中の不連続面における群速度と、それに伴う振幅の消長についての思考が示された。

振動測定に関しては 4 編の報告があり、模型実験による非線形性の測定、微小振動の測定と解析などについて経験と見解が示された。

振動感覚については 3 編の報告があり、いずれも人間の振動感覚と、橋梁上におけるその忍限度について見解をまとめたものである。今日的な問題であるだけに、より市民生活と密着した場合に対する研究成果の公表をばからぬ勇気を、あとにつづく研究者に期待したいものである。

I-195~241 では、振動 16、施工／実験 15、継手 11、光弾性 5 の合計 47 件の 5 つの分野の研究が発表されている。

振動に関してはこの 16 編（うち欠番 1）のほかに、地盤、基礎、地中構造物、沈埋トンネル、多柱基礎、高架橋、などの耐震関係の研究、および波動、振動測定、道路橋の振動特性、人間工学的な立場からの橋梁の振動感覚などについての研究約 50 編が、別に発表されている。

筆者担当の部では、上記の分類テーマからはずれた諸々の振動問題すなわち、種々の構造の固有値解析法ならびに固有値修正、振動性状、応答解析など、主として基礎的なテーマおよびその他が取扱われている。

したがって、テーマは多岐にわたり、全体の流れ動向をまとめることは困難であろう。

固有値解析の方法としては、連続体としての取扱いと、多質点系としての取扱いの二法に大別することができるが、さらにこれらの中で群構造（あるいは部分構造）法による取扱い、あるいは伝達、マトリックス法を用いて、数値解析を容易にする手法などが提案・拡張・応用されている。フレームに支えられたシェル、連続高架橋、有限幅の弾性ばりをもつ連続矩形板、ランガートラスの立体振動、中路的補剛アーチ橋の振動、種々の減衰を考慮するときの有限要素法による振動の解析、高次の多自由度系の構造で一部構造変更があるときの固有値修正の一法、固有値を確率量として扱うランダム固有値問題などが発表された。

応答解析の部では、杭などを対象とした弾性地盤に埋込まれたはり、粘性支点をもつはり、不規則外力による応答評価、新しい開発分野の海洋プラットフォームなどの構造物の振動、はりの弾塑性応答解析の一法などが発表された。これらは、解析手法、対象構造物の振動性状などについて、いずれも貴重な資料を提供している。土木構造物の現在の主テーマは、耐震関係を除けば、巨大化する構造物の下部工関係、あるいは、上下部工一体としての耐震、地中構造物などの耐震などに向けられているように思われるが、一方、ここに取扱われているような地味な研究の発展と、その応用に期待するものであ

る。

施工・実験の部では、従来床版の部として分類されたものと、新工法新材料に関する実験的研究が含まれている。前者については、プレハブ格子床版合成桁、プレキャスト I-B 床版、FRP コンクリート床版などの実験、さらにジベルの基礎的研究数編がみられる。いずれも省力化のための新工法の耐荷力の検討からの貴重な研究である。なお、プレビーム橋の載荷試験、巨大橋梁の大ブロック架設法として成功を収めているリフトアップバージ架設法、大口径 3 m のリバース杭、PC ウェルの水平載荷試験、都市における PC 連続桁の架設に安全有利な移動吊支保工法、ニールセン橋の斜材応力調整に関する研究がある。このような新工法の開発、実験研究、施工の活発化は近年の顕著な特色であろう。また、流体輸送のための埋設パイプラインを対象とした内圧と曲げを受けるはりの耐力試験、あるいは HT 80 厚板を用いる橋梁架設時の施工精度に関する実験など、最新の工事に直結したテーマを扱った研究がみられる。

継手の部の発表では、高力ボルト摩擦継手、溶接継手および部材との連結部に関する研究などに大別することができる。高力ボルト摩擦接合に関する研究では、施工管理、設計上重要な継手の鋼材材質、表面処理法、表面あらさ、接触面圧、ボルト孔径の差、高速度荷重などの要素が、継手耐力・疲労強度に及ぼす影響などに関する基本的な多くの研究が発表された。巨大構造物における HT 80 の使用と板厚増加に伴って、75 mm 厚板、F 11 T・M 24・M 30 の多行多列の大型継手の弾塑性挙動、および施工管理上の諸問題を扱った研究と HT 80 に対する広幅試験は直面する巨大橋架設への大きな貢献であり、なお、TC ボルトの疲労試験、軟質継手に関する発表があった。

部材の連結継手では、円柱と箱型部材との接合部・円柱の補強ダイヤフラムに関する研究は高架構造に貴重な研究であり、セグメントリングの耐荷機構、トラス格点構造の研究は慢性化への反省でもある。

光弾性実験は、複雑な応力状態の実験的解析の手段として、アーチ、ローゼ桁、PC アンカー部の応力分布、全塑性モーメントとせん断応力の関係に関する研究などに利用されている。ホログラフィの光弾性その他変形測定への応用は新しい分野を開くものと期待される。

ここで発表された論文は、主として橋梁に関する論文であり、曲線橋4編、斜張橋2編、合成桁3編、2主桁橋5編、PC橋4編、吊橋7編、架設およびケーブル関係4編、耐風関係19編、計48編である。

曲線橋においては、薄肉曲線桁において、曲率半径方向の広がりおよび図心、せん断中心の偏倚を考慮しての解析、面外力・面内力をともに考慮して折板理論を利用しての解析、変断面の影響を考慮した連続曲線桁の解析などがあり、いずれも、単純にモデル化した形式の理論解析を行なうことより、なるべく実際の構造物に忠実な理論解析を行なう傾向を示している。

斜張橋においては、ゲルバー構造を取入れ、桁の軸力の流れを変えた形式を提案し、その構造特性を検討したものが、大径間斜張橋に大変形理論による解析を行なったものがあり、ともに今後の斜張橋に検討すべき問題を示唆している。

合成桁においては、コンクリート床板、スタッドジベルの検討、連続合成桁の一提案などがあり、すべて実験を伴った研究報告がなされた。

2主桁橋においては、主桁間隔が大で、桁高が高く腹板の著しく薄い構造、すなわち極端に経済的な桁橋の設計上の問題点をあげ、その耐荷強度確認のための実験が報告されている。薄肉構造の長大支間桁橋の経済性の追求は、技術的に興味ぶかい問題であるが、諸外国における架設中の事故例よりしても、安全性に関し究明されなければならない数多くの問題点を含んでおり、その実施には十分な検討が必要であり、慎重に取扱われなければならないと思われる。

PC橋においても、2主桁橋に関しての解析法、床版の応力状態を実験を行なって、理論値との確認を行なったものが報告された。

吊橋においては、副ケーブルを有する吊橋の解析、数値計算が報告されたが、この形式は、とくに長大支間吊橋、または連続補剛トラス吊橋などの検討すべき問題を示唆している。斜め吊材を有する吊橋、横構を含めた補剛トラス吊橋、吊橋主塔、多径間吊橋などの理論解析、

細部構造に対する研究が報告された。

関門橋の架設が着々と進み、その完成も間近であり、本四連絡橋の着工も近く、吊橋の研究報告は具体的な問題を取上げているものが多い。また、架設に関連した研究を取上げられ、ケーブル構造の大変形解析の報告が二、三なされている。長大吊橋においては、吊橋構造のものはもちろん、キャットウォーク等、架設工事のみに用いられるものについての解析にも、大変形理論が必要なことを示している。

長大吊橋のケーブルに使用されるPWS(平行線ストランドケーブル)のアンカー部の疲労強度に関する研究が報告されているが、興味のある研究で、鉄道道路併用長大吊橋においては、さらにこの種の研究を必要とする問題も多いと考えられる。

耐風関係においては、構造物に対する空気力、構造物の耐風応答、耐風安定性、風洞実験等の多くの研究が報告されている。

一般的な特徴として、対象とする断面として、充腹断面の中で箱型断面(正方形断面、矩形断面、流線型箱型断面)を取上げたものが大半であった。

平板、円柱断面を取上げたものは、変動風による振動の解析を行なったものと、多円筒構造の風洞実験の二、三編にすぎなかった。

これは従来、円柱断面に関する変動抗力、揚力、振動に関しては多くの研究が行なわれ、これ以外の充腹断面に対する研究が比較的少なかったことと、最近、斜張橋において箱型断面補剛桁を有するものが多く架けられ、その適用支間長も大となる傾向があり、耐風安定問題を検討する必要を生じてきたためと思われる。

さらに、橋梁構造の大型化とともに、1部材としても、耐風性の検討を必要としてきたので、正方形断面またはH型断面に関する解析、風洞実験が多く行なわれるようになった。

従来、多くみられた吊橋の耐風問題の理論解析、風洞実験が全くみられず、箱型断面の定常空気力、変動抗、揚力、非定常空気力、ねじりフラッター等の解析、風洞実験の研究が多く報告され、ゲルバートラス、斜張橋のモデルによる風洞実験に関する研究が発表された。

以上、橋梁に関する多岐にわたる報告において、今後の橋梁構造の合理化、問題点の究明に役立つ研究、また今後多く出現するであろう長大橋梁に関する基礎的な研究等が報告され、橋梁工学の進歩に寄与する成果が期待される。

近来、海洋開発の社会的要請に応じて海岸工学の分野においても、大水深海洋構造物に作用する波力の研究が一段と推進される機運が顕著である。現実の海の波は不規則性が強いので、関連する研究システムでは、まず不規則波の統計的特性が検討される。不規則波のスペクトル構造については、ほぼ論議がつくされた感じで、今回の論文発表においては、さらに詳細な統計量についての報告があり、たとえば、ひずみ度等の高次モーメントと波形勾配との関連が追究された。

次に不規則波の内部機構についての physical approach もようやく活発となり、たとえば不規則水面振動から水粒子速度を計算する試みが提示され、線形理論で十分の精度が得られることが、実験によって確かめられたという。直接、不規則波を扱ってはいないが、波状底面の境界層について、その流速分布を詳細に観測した報告などは砂移動、ひいては漂砂問題に今後重要な貢献をするであろう。

終極的な目的である不規則波による構造物、あるいは海岸の応答(構造物の動特性、海浜の変形)については、かなり深い位置に設置される海洋構造物の場合は、線形理論で近似されるので比較的接近しやすい。たとえば、今回発表されたモアレ写真による波面コンターの作図は興味あるものであったが、それによって描かれた円柱周辺の波面のパターンは線形理論値とみごとに一致している。傾斜面からの不規則波の反射の際にみられる beat についても、その応答関数から beat の存在が理論的に証明され、その周期も実験値と理論値は、きわめてよい一致を示すことが報告された。

大水深海洋構造物の動的応答に比べ、海浜の応答特性、すなわち海浜変形は現象があまりに複雑であるためまだ当分の間、実証的・模型実験のアプローチを積上げなければならないだろう。海浜変形に寄与する一因子としてのリップ・カレントについて、固有値問題として海底および流れの消長を扱った独創的な論文も報告されたが、全国の河口資料を整理して河口砂州の変動特性を示した報告などは、実証的研究として貴重なものであろう。

碎波は強い遷移現象であり、かつ大きなエネルギーを放出するので、碎波帯内の水理を解明するためには重要

な研究課題である。plunging 型碎波の際に顕著にみられる碎波頭の roller と、それに連行される空気量に着目し、碎波後の波高減衰を連行空気量と関係させる研究が発表された。また、碎波前後の net flow pattern を詳細に計測し、循環系を模式化した報告があったが、在来予想されていた循環系のパターンと異なるため今後の論議の対象となろう。

はじめに述べたとおり、碎波は強い遷移現象であるから碎波前後の因果関係が保持されるのかどうかは筆者の前からの疑問であるが、こうした本質の究明についての試みが期待される。

密度流は水理学において魅力的な課題の一つであり、本年度、水理委員会に「密度流研究小委員会」が設けられ、研究成果の整理と問題点の指摘について作業が進められている。上記小委員会は、成層密度流に問題をしばって「界面安定・不安定」「界面抵抗」「界面形状」および「地下密度流」の4課題に分けて研究が行なわれているが、その順で今回の発表をふりかえってみたい。

界面安定条件については、かなり古典的な研究課題であり、線形理論による数理手法がその主体をなしていたが、今回発表された論文で界面に発生する二次波に着目し、非線形効果を考慮してこれを解明しようという試みがなされたことは注目に値する。

混合初期において重要である混入速度については、在来 Keulegan の公式が慣用されていたが、今回報告された論文で混入速度が内部フルード数の4.5乗に比例するという実験公式が提案された。今後、現地資料等の補足を行なわれて、公式の適用限界等について、いっそうの研究の進展が期待される。

界面形状については、河口流出水のパターン、内部ジャンプ、断面急変部での界面形状等について報告された。

局所的成層密度流の界面形状については、有効重力の概念を用いると第一近似として開水路流れの類推が可能であるが、密度流固有の問題として、界面混合、界面抵抗の効果が付加される。この両者はおそらく独立でなく関連しながら界面計算に影響すると思われるので、その評価は簡単ではないが、研究成果の整理の際に十分留意すべき要因であろう。

おわりに、今次講演会を通じて一般に「総括報告」形式の発表のほうが「個人発表」より討議が活発であるという印象を受けた。総括報告者は簡潔に問題点の指摘を行なわれたのに対し、個人発表ではその点がやや不足であったためであろうか。今後のために一考を要する。

筆者の担当する水理部門では、発表論文の総数が74編(欠番1)であり、ここでは多くの研究者が意欲を燃やして多種多様な問題と取組み、着実な成果をあげつつある様子がうかがえ心強い限りであった。以下、4つのグループに大別し総括的な報告を行なう。

① 土砂輸送・山地崩壊／流動(10編):①のみならず②を含めて、移動床流れに関連する問題は、水理部門では最も活発な研究が進められており計27編で、その半数を占めている。とくに、「移動床流れの粗度と河床形状に関する研究小委員会」には多くの有為な研究者が参集し、従来までに得られた膨大な研究資料や成果の総括的な検討、問題点の抽出や将来の研究方向の模索等に関し専門的な努力が傾けられている。しかし、問題自体がきわめて複雑な水理条件に支配されていることもあり、まだ統一の見解を得るには至らず、いっそうの研究の必要性が認められている。ここには、掃流砂の移動機構および流砂量公式に関するものが含まれている。

前者は始動条件を解析的に取扱ったもの、流砂現象を確率的にシミュレートしたものであるが、後者は掃流砂量や管内の流砂現象を、河床形態や粒度構成あるいは実験・実測条件との関連においてより深い考察を行なったものである。研究が進むにつれ資料も数多くなれば、その一つ一つがどのような条件下のものであるかを省察し、再整理したうえで検討を行なうことは大切であり、上記小委員会の主旨を反映しつつ、統一の見解に近づくための確実な道であると考えられる。

一方、山地崩壊や土石流は近年日本全国で集中豪雨のつど多発し多くの犠牲者と莫大な被害をひき起しつつある。この方面の研究は、現象の把握がきわめて困難なこともあって、その緒についたばかりのところである。最近、ようやく客観的な資料の増加や試験流域の設置に伴い、その発生や予知に関する情報も集まり、解析的あるいは実験的な研究がみられるようになったことは意義深いことである。しかし、単純な水理現象としてのみとらえることは危険であり、気象、地質・地形、土質、植生等の分野にまたがる協力的な研究姿勢が強く望まれるところである。

② 河床変動・流路形態・水路の抵抗(17編):河道計画の基礎となる河床変動については、その計量化への努力が河道内での特殊な断面あるいは局所的な流れと結びつけながら行なわれているところに特色があった。

すなわち、前者では砂防ダムの堆砂面、河道狭さく部での分級作用を含めた河床特性、洪水時の河口部や河川合流部における河床変動、後者では橋脚のまわりや水平噴流による洗掘機構を、それぞれ対象とするものであった。流路形態については、河床形態の発生区分や蛇行の成因および形成課程を河床の安定問題として取扱ったもの、さらに河床波の初生を乱れによる流速変動と関連させて考察したものがあり、非常にユニークな考えに基づくものがあった興味ぶかく思われた。それぞれの理論はそれなりの仮説にたっている以上、その物理性を今後の実測・実験により裏づけていくことに期待が寄せられる。

水路の抵抗では、移動床を取上げたものが多く、それぞれ河床形態との関連性において抵抗特性が活発に議論され、前記小委員会の活動成果がここにも強く現われている。なお、開水路の抵抗則やトムズ効果などの吟味もここで行なわれた。

③ 局所流・乱れ・移流分散(18編):水路の断面変化部、彎曲部、合流部あるいは構造物周辺にはまことに多様な流れが存在し、河道や河川構造物の合理的設計のため解決を迫られている重要な課題が山積している。ここで発表された論文は、直接調節構造物や減勢工などの実用的設計に結びつけようとする試みのものと、同時に以下に示すような課題に対する基礎的研究とみられるものから成り立っている。すなわち、後者は河床変動や局所洗掘、混合拡散への接近や二次流および渦運動の解明を意図したものである。ここでは、流れは必然的に二次元ないし三次元的なものとなり、それなりに高度な解析手法や計測技術が要求されるものであるが、各研究者はそれらを巧みにそしゃくし、今後の発展に備えつつある状況とみられる。なお、乱れや拡散については純粋な意味での基礎的研究が少なく、ややさびしい感がしないでもなかった。

④ 定流・不定流(8編):開水路定流・不定流の問題は古くから多くの研究がなされ、その体系もほぼ確立された状態にあるといえよう。しかしながら、その基礎が一次元的解析手法に基づくものである以上、実際問題に適用するには、河道断面の形状や変化の適切な表現法や、その解析、数値計算法の改良などが残された問題点と考えられ、その方面からの検討が行なわれた。また、粗度急変部からの境界層の発達、セルフプライミング現象、乱流域での振動流の減衰特性もここでは取扱われ、さらに Graphic Display の手法が紹介されるなど、それぞれ特色のある研究が進められつつある印象を受けた。

ここで発表された研究は50編（欠番3）、その内容は流出20編、水文統計・計画20編、弾性・応力3編および計測・模型実験7編に大別される。水文・計画関係の論文数40編は前年度と同数であるが、格調の高い研究もかなりみられ討議も活発であった。水理関係の10編は、会場が他の関連発表と別に設営されたためもあって討議は少なかったが、興味ある報告がいくつかみられた。これらの研究動向を概括すると以下のようになる。

① 流出：実用上の要請から、これまでの流出研究の力点は洪水流出解析におかれていたといっても過言ではないが、この傾向はいまなお変わらないようで、本年の発表の大半もこれに類するものであった。しかし、内容的にはかなりの変化がみられ、単なる事例研究はみられず、観測・実験的研究、理論的ないし高度の応用研究へと進展してきている。流出現象は、その様相が複雑なことから、実用上現象をモデル化して扱うことが多いのが近年の特徴である。これらモデルについて、いろいろな提案があるが、結局はblack box的なものとprocess的なものに大別される。欧米では前者が主流であったが、近年は後者に属する研究も急増してきている。日本では以前から後者の研究が多いのが特徴的で、かつ注目される成果も多い。本年の発表でもその傾向がうかがわれ地道な観測・実験的研究に基づく報告が大半を占めていた。

降雨損失の問題は流出研究の基礎的な分野であるが、従来、本格的な研究はあまりみられなかった。しかし、今回ライシメーターを用いて自然降雨条件下における土壌水分の消長を検討した土壌物理的研究、水収支研究の報告があり、今後の進展が期待された。

洪水流出モデルに関連するものでは、流出実験やその相比率、試験流域における洪水観測や多重層モデル・中間流出モデル・拡散モデルの検討などの基礎的研究のほか、貯留閘数法の洪水予報への適応性、表面流モデルの無次元表示による総合単位図法の検討などの実用的研究が注目され、なおゴールにほど遠いとはいえ、出水系の集中化スケールの検討などユニークな研究も見られた。都市ないし都市化域の流出問題を扱った研究が5編もあったのも今回の特徴の一つであって、時代の要請と研究進展の速さを感じさせた。

一方、前述両モデルの特長を生かした長期間流出に対

する統計的単位図の総合化の研究、熱収支と融雪量を扱った基礎的研究もユニークなものであるが、長期流出・融雪流出に関する研究が、これら各1編というは淋しく、この方面の真の研究者層の薄さを感じさせる。

② 水文統計・計画：水文統計の研究は計画論問題と結びついて、はじめて真価を発揮するものであるが、十数年前にはそこまで進まず、本格的な研究は微々たるものであった。しかし、近年水工計画論の研究の台頭に伴い、水文統計の研究もかなり進展がみられるようになったのは一つの進歩といえよう。とくに本年は、ガンマ型分布に従う水文量の結合和の分布、連続最大降雨の分布に関する理論的研究、近代的多変量解析手法や遷移確率を考慮した水文量の空間的・時間的シミュレーションなど格調の高い研究、さらに雨量—流量系列の関連シミュレーションの試みなどに新しい息吹きがみられた。

近代計画論的手法に関連した問題では、最適化手法そのものの検討もさることながら、本年はとくに目的関数・評価関数の設定に対する創意工夫が目立ち、河川疎通能力の評価、等価線形貯水池システムの検討、水資源の確保、供給計画の信頼性、複数評価地点をもつダム群操作問題などの本格的な研究がいくつかみられ、グラフ理論の管路システム応答問題への応用、確率的決定理論の防災計画への応用、非線型計画法の洪水調節ダム制御問題への応用など、この方面の意欲的な研究動向が感じられる。

以上のような動向とは別に、河川災害の特性、治利水計画の史的考察から河川計画の理念をさぐるという一連の意欲的な研究も数編発表された。

③ 流力弾性・計測・模型実験：近年、高速流制御用施設の製作に関連して、流水による構造物の振動、流体の振動問題が世界的にもかなり関心が持たれ、国際会議のテーマにもなったりしているが、本学会ではこの種の発表は少なく、本年は剝離領域の流れをポテンシャル流として扱った平板フラッターの振動、水柱分離現象を前提に負圧を考慮した管路水撃圧の研究などの報告があったにすぎない。

水理計測法の開発研究の重要性を改めていうまでもないが新方法の開発は簡単ではなく、研究成果も多くないようである。しかし、本年超音波による浮流砂の測定、フルイデックスによる流量制御法、現実性に乏しいとはいえ橋脚後流による流速測定の着想など、興味ある報告があった。また、水理模型実験における移動床、ひずみ模型、波浪遡上などの諸問題についての貴重な報告が数編あった。

衛生工学分野における発表論文数は年々増加し、今年については2会場に分かれ研究発表が行なわれる至った。環境の防護・改善を目的とするこの分野の研究者数の増加を喜ばぬ理由はないが、ただ論文数の増加のみをよしとするわけにはいかないように思う。学会で研究を発することの意義の一つは、日常おのおのの研究室で行なわれてきた努力の成果を他の研究者の前に開陳して、その考え方・方法について批判を得、次のステップを踏むための一つの反省とすることにある。とするならば、発表しようとする問題については少なくとも自己の所属するグループ等で最大限の討議を経たうえで人々の参考に供すべきとか、人々に批判を受けるべき段階に達したとの判断を得たのちに、日ごろは離れた地域で交わる機会もないままに研究している同学の人々に研究について聞いてもらうということではなければなるまい。研究者すべてが最大限の努力を払ったうえで発表を聞いてもらうようにしたいものである。

① 上水：研究の多くが浄水操作における水理学的な問題についてであり、浄水技術の大筋がほとんど固定化されている現況を反映して、研究が精密化する傾向を示している。これらの研究が在来経験を主に設定されてきた技術の壁を破って、理論の導入によって在来の浄水技術をさらに広汎な対象に対応しうる普遍的なものに拡大したり、あるいは高次のシステム合成への健全な手がかりを与えるものに進んでいき、衛生工学分野の研究の深化のための一つの柱となることを期待したい。それと同時に、新しい技術体系への試みが今後めばえてくることを望みたい。

② 混相流：水環境の制御の中で汚泥問題の重要性がますます高まりつつある。最終廃棄を固体で行なうまでの中間にさまざまな濃度領域の濃厚懸濁液を扱うことがこの問題では不可欠である。ここでは、これらのうち、主として汚泥輸送問題からんでくる濃厚懸濁液のレオロジー的性質についての研究が発表された。他の分野でこの方面の研究が相当のレベルに達していることから、このような研究の積重ねは比較的すみやかに進んでいくと考えられるので、実用的な問題の解決に必要な知識は努力に比例して急速に得られてくるであろう。

③ 三次処理：三次処理という言葉自体があいまいなもので、生物化学処理までが下水の主たる処理であった時代に、それ以後の処理を一括した名残りである。在来のほぼ確立した生物処理や浄水処理の諸方式のみでは水環境制御のための水質変換容量を十分に満し得ない状況が広く出現しつつある今日、高度な水質管理に汎用しうる水処理方式の確立が不可欠である。その際には、この分野の研究が単なる装置工学の研究ではなくて、水資源の質・量の配分問題を見とおす真の Civil Engineering の問題として扱われねばならぬであろう。したがって、明確な概念の設定のうえに三次処理などというあいまい

な語が取払われて、初めてこの分野の研究が有意義なものになるであろう。

今年には溶解性成分の除去についてのさまざまな観点・方式の研究が発表された。個々の問題についての実験報告にとどまらず、さらに研究を体系化していく試みが続けられれば、これらの問題が水資源管理の中心的な部分であるだけに、将来この方面の研究の先駆となりうるであろう。単体の技術が先行して開発されている分野だけに、明確な指向性を持った、広い評価を常に忘れぬ研究が今後とも不可欠であろう。

④ 汚泥：このグループの大半は活性汚泥法に関する研究であり、過去十年ぐらいの間、衛生工学部門で最も多くの研究者が集中した分野である。BOD を指標としたエッケンフェルダ一流の動力的研究がモデル化の限界まで進み壁にあたった時期と考えられ、研究が酸素曝気といった変法、生物反応の機構、微水理学といった問題に分散してきつつある。在来の手法の壁を破るためには新たな発想の導入と精密な観測の実施が必要となろう。しかしながら、活性汚泥法のような汎用的・雑草的な処理法に対して、はたして研究の精密化がなじむか否かについては疑問もあり、むしろより広い水環境管理の場における他の水質変換手法とのなじみの問題などが、将来より重要な研究課題となってくるのではなかろうか（底泥については水質汚濁の項で述べる）。

⑤ 曝気：この問題も長年にわたり多くの研究が行なわれてきており、残るところは非常に高度な理論を駆使しての現象の普遍的表示にあるように思われる。したがって、示された多くの資料の総合化への論文がさらにふえて、因果律を明確にした汎用的な資料の再集成へと進んでいくことを期待したい。

⑥ 水質汚濁：水質の問題は固気系との関連を無視して論じ得ぬことが、ようやく本格的に認識されはじめ、多くの底泥の問題についての発表がみられるようになった。研究はまだ初歩的な着手開始の段階のようであるが環境容量を考える場合に不可欠なこの方面の研究が来年度以降もますます多くの人々によって多方面から、さらに深く進められていくことに期待したい。

また、密度流の問題も他の複雑な水塊の局所的挙動の研究とともに、研究の進化をまっている部分である。

⑦ 水質：流出、貯留の問題が水質と結びついて研究されはじめたことに一つの流れがみられた。問題がむずかしいだけに、極端な単純化や対象の限定が研究の初期には行なわれざるを得ないのであるが、研究の進展とともに、考える目的のために必要十分な省略の扱いが何であるかを、おのおのの対象に対して適確にとらえる必要があらう。

地下水に関する報告がただ一件であったことはさびしく、重要問題だけに後に続く研究者の輩出が望まれる。

近時における環境問題に対する関心の高まりを反映して、本学会における衛生工学分野の発表論文数も著しい増加傾向を示しており、本年における発表件数は新たにこの分野に加わった地下密度流、浸透関係 12 件を含めて 109 件（前年度 71 件）の多きを数えるに至った。このように、わが国における公害・環境保全問題が問題提起の段階から実的な対策の実施段階へと一歩前進し、各分野の研究者が広範囲にわたる研究を遂行しつつあることは、きわめて喜ばしい現象である。上記総数のうちで、筆者の担当分は 54 編で、その内訳は大気汚染・騒音 2 編（前年度 3 編）、環境計画 9 編、廃水 9 編（前年度 8 編）、地下密度流 2 編、浸透 10 編、放射性廃棄物 7 編（前年度 8 編）、管路 4 編、都市産業廃棄物 11 編（前年度 7 編）となっている。

総体的に発表論文が増加しているなかで、従来から発表件数の少なかった分野では、ますます減少の傾向が認められることは注目すべきである。その理由としては、研究の興味が社会的要求に即して変りつつあることと、いま一つの理由として、たとえば大気汚染・騒音等の分野では、研究者の多くが他に発表の場を求めていることも見逃せない。環境保全問題のように総合性を要求される研究分野において、このような内容のかたよりが指摘されることは、一考を要する点であるといわねばなるまい。

内容的にもほぼ全分野にわたっていっそうの充実の跡がみられるが、一部に単なる一例報告の繰返しで学理的な研究の進歩がみられず、論文概要の記述においても、発表論文としての条件すら満足していないようなものが散見されたことは残念である。すなわち、発表論文はその結果が得られるに至った方法、条件ならびに考察の過程が第三者に追試可能なよう明示されていなければならないことを改めて確認したい。

まず、大気汚染・騒音関係は本年はわずかに 2 編の論文が発表されたにすぎず、当学会の性格上やむを得ない面もあるとはいえ、公害問題における主要な研究分野として、この方面の問題についての研究発表が少数ながら

も維持されたことを、今後の発展に期待するための素地として高く評価したい。

環境計画に関しては、従来この方面の研究が水利用、大気・水質保全を対象としたものが主体であったのに対して、今年度は廃棄物の処理・処分あるいは収集に関するものが 5 編も報告され、この方面の基礎研究の立遅れを補うべく顕著な努力が認められる。

廃水に関しては、一応講演時の分類上からは 9 編となっているが、内容的にはむしろ上下水処理、汚泥処理、水質汚濁といった性格のものが多く、真に廃水の問題を扱ったものはそのうち 2 編にすぎない。各種工場廃水等が公共用水域に及ぼす影響が都市下水のそれよりもはるかに大きく、またその内容も多岐にわたっている現状において、この方面の研究の不足はきわめて遺憾である。

地下密度流・浸透の関係は、新たな水源の確保を地表水に求めることが非常に困難になった今日、いっそう重要な課題となっており、多数の見るべき成果が報告されたことは喜ばしい。

放射性廃棄物の処理・処分、さらには環境での放射性物質の挙動、監視に関して本年もすぐれた研究が発表された。これらはいずれも、すでに研究の基礎の確立されたものであり、そのうえにたって、いっそうの進歩の跡がみられる。反面、研究内容が固定化しているうらみもあるが、これは本学会関係では研究者が一部の研究機関に限定されているためとも思われる。

都市産業廃棄物処理・処分関係の論文数が急増していることは昨年も指摘されたとおりである。この分野は比較的最近に活発な研究が行なわれはじめ、研究者の層も厚くなってきたものであり、解決を要する問題も山積している。そうした事情を反映して、取扱っている課題も汚泥、ごみ、プラスチック等の処理・処分、あるいはそれに伴う二次公害としての固化体からの溶出等きわめて多方面にわたっている。この方面の基礎資料はきわめて不足しており、これらの成果は、いずれも貴重な参考資料となりうるものである。わが国のように国土が狭小で、放射性廃棄物と同様に、この種の固体廃棄物の適切な処分場に苦慮しなければならぬ国情においては、諸外国に先がけて処理・処分技術を確立する必要があり、そうした見地から、上記のような傾向が固定化してきたことは同慶の至りである。

以上、多岐にわたる講演論文を総括的に論評したにとどまり、筆者の浅学非才のために、貴重な個々の成果について論及し得なかったことをお詫びする。

今回提出された 55 編（欠番 1）の報告の内訳は、透水 11 編（前年度 5 編）、圧密 10 編（前年度 7 編）、砂の変形／強度 19 編（前年度 11 編）、粘土の変形／強度 15 編（前年度 9 編、なお本年度発表された III-187 は当然ここに入れられるべきであった）であって、いずれも昨年より大幅な増加を示した。

まず透水の分野では、浸透解析に対する有限要素法の適用、シラスやマサ土のような特殊土の浸透事象および浸透水に対する土の安定問題などが扱われている。元来、浸透に関する事象は土質力学と水理学の双方の領域の重複した部分に位置しており、事実今回の年次学術講演会でも、第 II 部門において別に 10 編の報告がなされている。浸透の基礎となるものは、いうまでもなくダルシーの実験法則であり、現象の解析は基礎方程式を境界値問題として処理することになるが、この分野への有限要素法の適用がさかんになる理由は、それが非ダルシー流れや三次元浸透または非定常浸透などの特殊問題に対する有力な手法となるためである。特殊土の浸透事象は、土構造物の浸透水に対する安定性の検討を含めて地域特性に左右される部分が少なくなく、この意味でそれに関与する研究者や技術者も多いとはいえないが、土質工学そのものがこのような地域性をかかえながら、それを一つ一つ克服してゆかねばならない立場にある以上、各現場での研究成果の充実が期待される。

圧密は粘性土に固有の現象であるから、あとで粘土の変形／強度と並べて概観するとして、次に砂の変形／強度の分野の問題に移ろう。先述したように、これには 19 編もの報告があって盛況の観を呈している。砂は個々の単一粒子の集積体としての構造をもち、粘土のような複雑な界面力をもたないから、粒状体としてのパッキングや応力伝達または変形機構についての徹視的な考察が主流を占めている。すなわち、理論的な研究としては、電算によるシミュレーション、確率統計的な力学モデルの提案、摩擦性塑性体の降伏理論、静止土圧に関する粒子論などが公表された。一方、実験的な研究としては、三軸試験が依然として最も普遍的な手段として実施さ

れ、圧縮とせん断を組み合わせた応力条件下でのひずみ特性、中間主応力や水分の効果、高拘束圧下での挙動、ひずみ硬化異方性、ダイレイタンスの内在因子などについて検討されている。砂の力学的挙動については動態時のものが別に数編報告されているが、ここでは静的な応力-ひずみ関係式の樹立と、その設計値への適用への努力を期待するにとどめたい。

圧密に関する分野では、粘土構造に関する徹視的考察や簡単でない圧密問題の解析などが報告された。後者はたとえば二次圧密、二次元または三次元圧密、異方性または層状地盤の圧密、繰返し圧密および流動計算などであって、ここでも二、三のものについては有限要素解析が行なわれている。有限粘土層の多次元圧密についての理論的研究が、Biot の方法および Rendulic の方法の両者に基づいた立場から期せずして提出されたのは興味があり、平均圧密度が Terzaghi の一次元圧密理論より遅れることがあることに関して、実験的検証に基づいた討議も聞かれた。二層以上の粘土地盤の圧密沈下量の算定と圧密過程の様相を正しく記述することは、現実の地盤が均質な地層でないことを考えれば、その重要性が十分に理解できる。しかし、この種の問題は、室内実験または野外測定による検証を行なうことが容易でない。無次元座標での系統的な図表解が完成すれば、利用性が大きいものとなるであろう。

最後に、粘土のせん断強度の分野では、クリープおよび長期強度、弾性・粘性・塑性理論による粘土の応力-ひずみ関係の考究など、理論的にかなり高度の内容をもつ報告が少なくない。粘土は砂と違って変形や強度が時間に依存する点に本質的な興味があり、換言すれば、有効応力の時間的な推移を的確につかむ必要がある。今回の発表では、通常非排水条件下でのクリープ挙動のほかに、せん断中に含水量が変化する排水クリープに関する実験的研究も含まれているが、これらは現象的には先述の多次元圧密による粘土の流動機構とも密接な関係があり、統一的な立場からの理解が要求される。また、圧縮とせん断を受ける粘土の構成方程式は、いわゆる平衡時のものと時間依存性を考慮したものとに大別され、今回もそれぞれの立場から主張がなされたが、精深な理論の検証には、当然精度のよい実験手法が不可欠であり、この点で有効な自己のデータを数多く保持したものが有利な立場にたつことは、あなたがこの部門のみに限ったことではないとの感を深くした。

ここで発表された論文は土の動的性質に関するもの10編、地盤と土構造の動的挙動を取扱ったもの9編、岩盤力学関係が13編、斜面のすべりに関するもの12編、そして残りの4編が地盤の支持力についてのものであった。

土の動的性質の測定には、かつては波動や振動がよく用いられたが、最近では影をひそめ、低周波の繰返し試験が多くなってきている。これは、大きなひずみがかわったときの挙動や、強度に関する知識の重要性が認識されてきたためであろう。まず乾燥砂の特性に関しては、振動試験と繰返し試験結果の間の関連性を調べたものや応力履歴の影響を論じたものなど、新しい問題が取上げられた。飽和砂の液化化に関しては、一様繰返し試験が峠を越し、そのかわりにランダム波形のもとでの液化化条件が調べられるようになった。一方、標準的な砂ばかりでなく、シラスのような特殊土についての試験も行なわれている。また、室内ばかりでなく、原位置で直接間隙水圧を測定する試みもされた。粘土性の静的特性についての研究は、わが国でも多く行なわれているが、動的性質の研究は、砂に比べて一歩立遅れているように思える。この意味で、今回報告された3つの研究は貴重なものといえよう。ただ、実験結果をみると、繰返し中の硬化が卓越して、動的強度が静的強度より大きくなる傾向を示している。これは試験中のせん断面の変化がない状態とか、あるいは、一方向内でしか変化しないような状態で試験を実施しているためと、筆者は考える。

土の弱化には、このせん断面の変化が重要な役割を果たすようで、この点の研究が望まれる。波動の問題に関しては、shock tubeを用いて土の減衰性を調べたものや、振動軽減についての数値解析結果が報告された。

地盤の地震応答は重要な課題であるが、今回は八郎潟干拓堤防と大阪地方の地盤が調査の対象として取上げられ興味ある成果を得ている。フィルタイプダムについては、偶然にも固有振動数に及ぼす側方の谷の拘束効果が話題の中心になっている。地中構造物についての報告では、一つはケーソンの原位置試験で、他の一つは鋼管矢板井筒の振動試験につきモデルを仮定して解析を行なっ

たが、固有振動数や減衰特性に関し、ほぼ満足すべき一致をみている。

次に、岩盤関係の発表に移ると、まず、マイクロな意味での強度試験があげられる。土と同様に、圧密排水によって強度増加が促進されるという結論や、地質学的な時間経過に伴って堆積物の固結が進み、強度がふえるという研究は、一脈通ずるところがあって興味ぶかい。岩盤の挙動は、ひとえに割目の状態いかんによるといわれているが、これについて、スリットを有する石こうやブロックジョイントを用いたモデル実験、モンテカルロ法による破壊のシミュレーション等が披露された。また原位置でのRQD測定など、実証性の大きい成果もある。岩盤の応力解析については、弾性解析の域を脱して、非線型性、不均質性、異方性等を考慮した解析法が着々と実を結んでいるといえよう。

斜面安定についての傾向をみると、従来の単純化された円形または直線すべり面の解析が不十分であることが認識され、すべりの進行過程に着目したきめ細かい解析がなされている。地すべりの予知に関しては、道路のり面の崩壊に対し降雨量と変位の関係を用いる方式や、地すべりに対して、常時微動を利用する試みがなされている。

理論的な面は安全率が再検討されており、従来の決定論的判断にかわるものとして、確率論的判断規準が検討されているのは新しい動きだといつてよからう。遠心力装置を用いた超鋭敏粘土の破壊実験は、破壊のメカニズムをほうふつさせるもので興味ぶかい。その他、実用面ではネット埋設による斜面の補強工法が検討されている。さらに、交通荷重による盛土の挙動や浸透力に関する解析法も研究されている。

最後に、地盤の支持力の問題に移るが、斜面と同じく進行性破壊の究明が中心的課題になっている。綿密な実験を行ない、有限要素法による弾塑性解析結果を照合する研究や、載荷板の底面摩擦の影響を調べると同時に、破壊発生メカニズムをつぶさに観察した興味ある報告が行なわれた。

その他、掘削によるトンネルの変形の時間的進行を粘弾性的に解析する試みや、ブルドーザー通過時の地中応力をくわしく調べた結果などが発表された。

ここで発表されたものを大別すると、土圧矢板（6編）、杭（18編）、井筒（4編）、トンネルとシールド（18編）、施工と機械（7編）であって、土質工学の分野では比較的应用の部門である。問題の性質上、実物試験や現場観測の発表が多く設計施工上参考となるほかに、将来の理論的解決の指向点を暗示している。有限要素法を用いた計算は他部門にもあるが、ここで発表されたものは、実験実測と比較されている。

組杭による矢板土圧の低減、常用される土圧係数や安定係数の実測との照合、掘削の進行と矢板の設計モーメント、壁面の摩擦係数に対する水分の影響等が明らかにされたのは興味ぶかい。土の諸係数や作用荷重に確率論を用いる手法は、土圧計算だけでなく、土質構造物全般の設計に重要である。都市工事等の山留工や仮締切工の実態調査の資料が将来標準化されれば、工事の安全と公害苦情の対策に役立つと思われる。

杭先支持力の問題は非常に重要な点であるので関心が集まっている。根入れのある杭先下で土が破壊圧縮される形状を示す実験は、従来指摘されていたが興味ぶかい。杭先端角の鋭鈍による支持力の変化、地盤内の薄層の厚さを計算する試みは議論の対象になる。管杭の支持力には先端断面の抵抗を加えると実験によく合うが、閉塞理論式の検討が望まれる。標準貫入試験と杭の支持力との間に有益な関係式が発表されているが、将来この方面の力学的発展が必要である。杭の振動貫入をますとばねでモデル化した研究は新しい方向を開いている。杭支持力の経時増加の定式化は有益である。杭の横抵抗では、地盤の変化をあわせ考えた耐震計算法、地盤に塑性域層を考えると、杭の曲げモーメントに軸力が大きく影響すること、杭の座屈に新しく大変形理論を適用した研究等が注目される。杭式フーチング基礎のスラブ厚さの計算式の実験検証、原形大型実験から岩盤層上の多柱基礎を立体骨組構造とみなす解法、三次元有限要素法で群杭効果を解析し変位の増大に重ね合せの法則が応用できること等が示されている。これらの例は、すべて杭間隔が小さく一定で、地盤ばね常数を介して杭体の強度変形に関する構造的計算を基底にしているのに対し、地盤の支持力に注目し、杭間隔の変化と列杭の水平方向支持力荷重の分担率の模型実験がある。鋼杭端部バンドの実験と計算は、杭頭補強の設計施工に有用である。

版で構成する連続地中壁基礎は閉塞型にしたほうが有利で、壁間連結部の剛性度はあまり問題でないこと、実測値から井筒の設計方式には刃口を回転の中心に考えた計算のほうがよい等の結論がある。また実物大の鋼管矢板井筒の現場試験は提案した設計法の妥当性と新しい工法の施工に安全の確認を与えている。

トンネルとシールドの問題には、有限要素法の計算と現場観測が行なわれている。2本のシールドの間隔決定、外周地盤の挙動、トンネル掘削による地盤のゆるみ、支保工覆工に対する圧力の計算には、有限要素法が非常に有力な例が示されている。地下鉄工事に伴う地盤沈下の計算と実測の比較は、式の利用法に若干の議論があるようである。ボーリング孔から地山のゆるみを直接測定する方法機具の開発は、トンネル土圧の推定に貢献できよう。アルミ棒積層体を用いた実験と砂地盤で検証した理論式や、粘性土を対象とした降下床実験からの土圧の経時特性は、トンネルの土圧、ゆるみ、崩壊機構の解明に希望を与える。ブラインドシールド工法に採用されるべき安定比や推進抵抗力、圧気シールド工事の圧気効果を工事前に判定する現場透気試験法の有効性、不等沈下の多い区間で用いるべきシールドセグメント材料の注意事項等が実測から示されている。地表面に加えた衝撃から地中内ブロックに生じる土圧の研究は、土と構造物の相互作用研究の手はじめである。

施工機械と土との関連として、岩石の破壊エネルギーから岩盤の掘削の定量的評価の提案、岩石による掘削工具の摩耗の実験結果が示され、さらに多数の実動トラクターについての実測例によれば、シューの摩耗は造岩鉱物の中で硬度の高い充填物質の含有量と高い相関性をもつことが判明しているのである。

土の締固め特性を比較したところ、土の種類によってはJIS規格の方法が必しも適当とはいえないという実験がある。盛土の締固めの管理に、締固め度や飽和度かわりに圧縮降伏応力値を用いる方法は将来有望と思われる。平坦性を要求する空港を、不等沈下のおそれある地盤につくるときに高度の配慮をした土工の実例と対策は参考になる。基礎工事で発生する廃泥水の薬液処理システムの実験結果は、今後の工事廃水の規制に有効に利用されるべきであろう。

実際の必要から個々の事例的研究が多いようで、その中の共通の問題点を明らかにして、将来一般的・統一的考察が加えられねばならない。部門の性質上、仮定や測定値の判断にある幅が入るから、そのために生じる結論の範囲を明らかにすることが結果の利用上重要と思う。

筆者の担当する 39 編の論文は試験法・調査法 8 編、土質改良 17 編および土性・特殊土 14 編に細分されている。

試験法・調査法については慣用している試験法、調査法について装置の形態、測定上の手順および土質の特殊性に基づく結果の相違、誤差を取上げて測定法の改善を論じたもの、土木地質の分野においても広く用いられられている物理的検層についてその適用上の問題を論じたもの、および新しい試験法、調査法の開発を報じたもの 3 のつの流れがみられた。第一については、この種の研究は土質常数の決定の基礎となるものとして、つねに研究が行なわれているはずであり、当然論文数も多いと思われたが、わずか 4 編にとどまっている。しかし、この区分に分類されてもよい論文が、発表者の興味の対象が別の区分に重なったために他の課題中に発表されているとみるべきであろう。第二の物理検層については、岩から土質にわたる広い範囲に対してある連続性をもった視野で問題を論ずるうえの共通性のある定量的資料を与えてくれる調査手法として今後の研究の進展をまちたい。第三の研究としては、高速载荷によるせん断試験法とインパルス音波による地下埋設物の探査法が紹介されている。両論文ともに感じられることは、土質関係にも高度の測定技術が導入され効果をあげつつあることである。

土質改良に分類されたものは、薬液注入に関連した研究、軟弱地盤の深層安定処理についての研究および添加材料を加えての土質改良、ならびに締固めに関する研究の 3 つが主体を占めている。薬液注入に関しては、薬液を注入された土の強度特性についての批判、あるいは注入工法の合理的制御法についてなど、基礎的研究が目立ったことは、経験的要素が強かったこの種の工法のために喜ばしいことである。

軟弱地盤の深層安定処理については主として vertical drain 工法を用いた物理的・化学的安定処理の問題が取上げられた。論旨はサンドドレーンの効果に対する批判を試みたものと、ドレーン工法の効果を積極的に助長する新工法の開発に関するものとに分れた（論文数は後者がはるかに多かった）。軟弱地盤処理におけるサンドドレーンの効果に対する論争は土質工学の分野において長

らく話題になっているが、今回の論文には、とくに目立った論争がなかったのは残念である。後者については、新工法が現場の規模で実施されたもの（あるいはそれを前提としたもの）と、実験室内における試験的段階のものが入りまじっている。軟弱地盤処理の効果をより高度に高めることはたしかに重要なことであり、そのためには可能性をもった試みに対して意欲的に研究を重ねることが必要であると思われるが、少数の論文について感じられたことであるが、学会で発表する限りは、基本的理論を実際の工事に適用することをめざした研究であるならば、現段階での実用についての工学的批判をふまえることが土木工学の研究者としては、必要な態度ではなかろうか。深層安定処理に関連して、凍結工法における凍上軽減の試みについての実施例が報告されていたがこの種の実測値の重みが、筆者には対象的に意識されてならなかった。

添加材を加えての土の物理的・化学的安定処理に締固め現象の微視的考察を行なった論文が第三の部類に属する。これらは、研究目的もそれぞれ分れており統一の流れを見いだすことはできなかった。

土性／特殊土については、土の分類に関する研究、特殊土に関連する研究およびその他に分けられる。特殊土として取上げられた土質は、火山灰質粘性土、シラス、マサと日本の代表的特殊土を網羅していた。研究の内容は、構成土粒子の性質、粒度などの特殊性を論じたもの、および含有水分の特性を論じたものに大別される。日本の特殊土の問題点としては、砂質系については土粒子の破砕が、粘性土系については含有水分の挙動と強度特性の関係が研究の焦点になっている傾向が、今年の研究からもはっきりうかがえた。しかし、これらに関して画期的な新しい知見はなく、むしろ従来の研究が深められているといった感を受けた。

土の分類についての研究発表は 1 編にとどまったが、日本統一土質分類の利用性を高めるための分類表作成の基礎となる研究と見受けられた。地道なこの種の研究は、公共の研究機関が総合的に取上げるべき課題であるのかかわらず、学会における発表はここ数年間、大学の研究者のみによっている実情をいかにも奇異に感ずるとともに、著者らの努力に敬意を払いたい。

なお、“土質改良”とか“土性”という区分について論文提出者の印象の相違によったためか、明らかに他の区分に属したほうが、よりよかったと思われる論文がこれらの中に散見されていたが、これは論文発表者自体にとっても、聴衆にとっても不幸なことであった。

広汎な土木計画部門の中で、ここで取上げられた分野は、標題にもあるように、計画論・交通計画・交通網計画・都市/地域計画である。これらからもわかるように研究の目的・対象・手法が大小、多種多様である。とくに、はじめの計画論のグループについては、その傾向が強い。

計画論に属する論文は、扱う対象においては従来と大きな変化はないが、そのとらえ方においては、ユニークなものも散見された。とくに目立ったことは、これまでの土木計画と比べ、新しい条件として環境問題を各方面から指向していることがうかがわれる。そのため計画論の方向として、より多くの要素が加わり、複雑な論理を展開しているものもある。

交通計画に属する論文の発表は、交通手段の評価と選択・運用制御に特色と集中が見うけられる。前者については、人および貨物のいずれについても発表され、パーソントリップ、企業インタビューなど実証への試みがなされている。また、通勤交通の分析、交通におけるテクノロジー・アセスメントなどによる、人間社会における交通問題の分析などが試みられていることも、望ましい方向といえよう。後者の交通機関のオペレーションについては、有料道路の料金所に関する理論と実際についての考察、高層ビルのエレベーターについての問題、また積雪における除雪作業の順序に関する研究もネットワークをどう復活させてゆくか、というオペレーションの問題などが発表された。さらに航空旅客についての変動をスペクトル解析による論文の発表がなされたが、変動と情報伝達と制御についての研究が、より活発に行なわれることを期待したい。

交通施設の新設・改良などによる地域や都市形成への影響についての発表が行なわれた。この中には P/M 曲線による解析とその応用による一連の研究が目立っている。また、地下鉄の延伸、通勤鉄道のネットワークの充実などによる地域や都市への影響も考究されるようになってきたが、これらの研究は、都市・地域計画の分野で最も重要な分野の一つと考えられるので、多くの困難が

存在はしているが、より発展してゆくことが望まれる。

交通網計画に関する論文発表は、理論的な最適化、都市の既存条件、自然条件などの街路網への影響と改善案などについての発表がなされた。自然条件として都市内河川についての考察は、わが国の実情からして興味ある研究であり、技術の進歩、財政の緩和に伴う今後の都市形成と、既存都市との関連などについての研究が望まれる。

最適ネットワークに関する研究は、街路形成、住宅地形成、交通量配分、航空路などについて発表された。この種の研究は理論的には他の学問分野でも研究がすすめられているが、人や貨物の輸送を対象とすることから、ユニークな研究がなされはじめています。

なお交通に関連して、200 km/h の超高速道路の研究、ビル間連絡橋の構想などについての発表がなされた。

地域・都市計画についての論文は、多種多様な発表が行なわれた。今日住民パワーが問題になり、しかも、地域・都市計画においての本質的な問題でありながら、この種の発表が1件にとどまったことや、都市防災、公害に関して3件の発表しかなかったことは本学会として問題にしてよいと思う。

都市計画の理論的基礎的問題として、計画要素、機能集積、住宅ストック、都市施設の整備問題などが、ユニークな手法で研究されている。また、実際の都市開発事業をベースに、土地利用計画が研究されたことも興味ある発表であった。

都市施設のうち、土木計画として重要な上下水道関係の発表が2件あったが、交通関係などに比べ、あまりにも件数が少なく、都市の機能施設として重要な分野でもあることから、計画の分野での発展を期待したい。

観光レクリエーション関係で2件の発表が行なわれたが、新しい分野として、これまた今後の発展を期待したい。

以上、IV-1~53の発表論文を通じ、発表方法・内容について多くの問題は存在しているにしても、はじめにも述べたように、土木計画部門としては、より幅広い論文が多数発表されることを今後も期待したい。

筆者の担当する 43 編（欠番 3 題は除外）はパーソントリップを中心とした需要推計 13 編，歩行者交通に関するもの 2 編，交通流に関するもの 5 編，交通制御 7 編，交通事故 10 編，交通公害 1 編，海上コンテナヤードに関するもの 2 編，および路線選定に関するもの 3 編となっている。

最近の傾向として，交通流そのものの性質を研究するという研究が減少し，パーソントリップ関係の需要推計と交通の安全に関する歩行者保護，交通事故の分析，交通管制に関する研究が増加しつつある。また，交通による環境破壊を防止するための研究が現われるようになったことは今年の特徴で，今後この種の公害防止のための研究が急速に進められていくものと思われる。

パーソントリップ関係では数理化理論の適用が増加しており，交通発生や交通機関の選択に定量的な考察を加えることが可能となりつつあるように思われる。しかしながら，将来予測の段階においては，なおいっそうの困難さがうかがわれる。分布交通量の推定においては，オポチュニティモデルとエントロピーモデルとが報告され前者はモデルの精度をあげるためには平均トリップ長のみならず，その二次モーメントをも生かす必要のあることを指摘しており，後者はいくつかの中核都市を含む大都市圏の分布交通量をエントロピー法で求めるためにはこれら中核都市ごとに異なる重力係数 γ を用いるべきことを示している。

交通機関の選択では，交通目的ごとにゾーン間時間距離と自家用車保有の有無によって，その選択が大きく影響されることが示されており，アンケート調査では，乗用車の選択理由は「早くいける」と「時間にしばられない」が圧倒的に多く，タクシー利用では「疲労が少ない」がこれに加わっている。これに対し鉄道利用では，「費用が安い」および「時間的に確実にいける」が圧倒的である。このような交通機関選択の問題では，今後選択要因をいかに定量的に表現してモデルに組込むべきかという難問題をかかえている。なお，選択影響要因の直接的説明を避けたマルコフ連鎖としての取扱いも見られた。

配分交通量に関する研究の少ないのも今年の特徴で，各経路上での走行台キロが等しくなるような配分方法が

提案されている。各経路における総損失費用が等しくなるような配分が，いかなる基礎のうえに成立するのか問題点が残されている。

パーソントリップ調査だけでは調査地域内の物資の動きをとらえることは困難であり，したがって，トラック交通量の OD を完全にとらえることはむずかしい。そこでトラック OD を作成するためには，パーソントリップ調査以外に物資流動調査を行なう必要がある。陸運，水運，倉庫の三業者のみの物質流動調査では，トラック交通量を説明することができない旨の報告があった。

通勤および観光交通について，交通機関選択のモデルおよび観光パターンの報告があった。

最近の研究には，自動車交通よりも歩行者（買物，通学等）保護を目的とした研究が多くなりつつある。歩行者の発生は外出率と高い相関があるので，高年齢者ほど漸減する。

交通流の性質については，勾配区間における交通挙動の解析に時間・距離図が利用され，勾配部の容量・線形設計への，基礎的な研究が見られた。また，アクセルレイション・ノイズを道路の線形設計に利用しようとする研究，交通量・密度曲線に対する基本的疑問も提出された。

交通制御に関する研究は，路線のオフセットの最適化を試みるもの，都市高速道路の流入制御に必要な区間交通量の予測に関するもの，隣接交差点との距離を制約条件としてマルコフ過程を用いた信号現示方法の研究がみられた。待ち行列長を考慮した最適オフセットの設定など，今後に残されている課題が多い。また，バス専用レーンに関する研究がみられるが，今後の行政上への積極的反映が望まれる。大気汚染を軽減するための制御も研究されなければならないが，その第一歩として汚染濃度の要因分析がみられた。

交通事故に関する研究においても数理化理論が多く用いられ，事故発生に関連する要因が分析されている。ある地域内の事故発生の度合いを，いくつかの説明変数で表わすことができるが，いかなる説明変数を取り上げるかによって，事故防止対策への提言が異なってくる点に留意しなければならない。

なお，海上コンテナヤードの規模決定，コンテナの流れを待合せ問題として解いた研究，道路の選定に関する研究がみられた。

今後，道路交通が社会にもたらす弊害を抑制する研究にいっそうの重点がおかれ，さらに新交通システムの研究が推進されるよう期待してやまない。

ここで紹介する 45 編の論文は、講演分類に示されているように、もともと多方面にわたっているが、それぞれの発表内容を傾聴していると、時代の要請とともに土木工学者の関与しなければならない分野が、ますます広がりがつつあることが感じられた。以下に、講演分類別に動向を報告する。

鉄道路線・軌道の分野では、高速、完全、低音、長大吊橋上の走行などの要求に応じて、軌道あるいは軌道と車両との相互関連に関する動的問題の解明がほとんどであった。大規模な実験によって現象を把握する努力が行なわれているが、これらの構造系が複雑なため、全測定値を有効に利用して、現象の分析と解明をきわめることはなかなか困難である。できるだけ大勢の人が実験値をくわしく検討し有益な法則を引き出すことが望まれる。別な問題として、新形式高速鉄道の緩和曲線の設計についての考え方が述べられた。

景観工学の分野では、周辺環境と土木構造物との関連性、あるいは自然地形の配置そのものを景観の観点より分析し、評価法を見いだそうとする研究が今年は 3 編発表された。この種の議論が在来から少なかつたのを嘆くべきか、やっとまともに取り上げられるようになったのを喜ぶべきか、迷っているしだいである。基本的な分析から入っているので、絵画的あるいは写真的な部分景観を扱っているが、最終的には、観賞場所自体の環境と、周囲 360° にわたる全体の景観を対象としなければならないだろう。

これに関連して、自然および橋梁の景観表現のために、透視図の自動製図に努力の払われていることに注目したい。細かい部材が多数重なる橋梁にも隠れ線が比較的システムティックに判断できるという実例が提示された。一方、測量の分野で発表されたものの中に、設計図の自動図化に際し、製図機で描かせる前にブラウン管にディスプレイを行なってデバッグする工夫が述べられ、デバッグの効率的な実行方法として推奨すべき発案である。

管理計画の分野では、管理技法としての PERT のアルゴリズムに関する研究が 2 編発表された。PERT がわれわれの分野に習熟され、成長しつつあることの現われと考えるとよいであろう。一方では、施工管理計画のために必要となる基本的事項のシステム化とモデルによる分析、個別要素の特性などの研究が、かなり活発に行な

われ、今回は 4 編の報告があった。施工管理計画にシステムズアプローチの方法を積極的に導入しようという方向であり、実際に適用できる段階まで近づきつつあることが、うかがえた。

なお、大学の実習教育の管理と図書利用の面におけるシステム設計の実例が示された。さらに進んで、教育方法、教育機材の利用や開発などについても論じられるようになるべきであろう。

測量の分野で 9 編 (うち 1 件は既述) も発表されたのは本年が初めてであろう。正確さと迅速さが要求されるようになって、測量技術に新しい課題が与えられているものと考えられる。地上実地測量に際する観測誤差の実験値に関して 3 編の報告があったが、誤差の取扱い方法、測量機器の基本的性能などについて、過去の研究成果との関連を明らかにすべきである。なお、不規則形状の表面積を等高線から求める簡便法も述べられた。

写真測量に関しては、水中写真のシステム、写真地図の利用、測定誤差に関し合計 3 編の論文が発表された。大勢の者が写真を利用している以上、より盛んに経験、提案、利用法などについて論議されることが望まれる。

舗装／道路構造物の分野のみでも、取り上げる対象と問題のとらえ方が多方面にわたっている。その中で、横風による自動車の走行安定、沈埋トンネルの動的解析、歩道幅員の決め方の問題を除いては、だいたい例年と同じように、路盤改良と舗装や路床との関連を論じた論文が多く、各種安定処理法の効果が検討された。これらのほとんどが実際の道路における工事および測定値であって、そのために厳密な管理のもとに得られた値ではないにしても、参考となる点は多い。舗装と路床との自動車による振動が似ているという観測値が示されたが、より多くの測定と解析により、道路の管理や振動問題に役立つことを期待する。

輪荷重と接地圧、半径の関係について、わが国の規格による試験から、新しい関係式が得られたことは舗装設計に有用である。なお、P C ロッド舗装版の疲労その他個別に注目すべき資料が数多く提出された。

一方では、路面調査の方法に関する提案が行なわれ、本格的な試験車によるハイドロプレーニング状態の限界測定値が公表されるようになってきている。

分類された論文中には、問題の取扱い方が全く異質であった、他の分野のほうが適切だと認められるものがあった。申込み、分類作業の方法について、なにか名案がなかろうかと考えていることを付言しておく。

一般にまだ固まらないコンクリートの性質は、ワーカビリティ、コンシステンシーそしてフィニッシュビリティなど、比較的あいまいな尺度で評価されている。また近年、とくに施工の急速化に伴い、コンクリートの初期性状を問題にする場合がふえてきている情勢下、フレッシュコンクリートの諸性質解析にも硬化コンクリートにおけると同様、体系づけられた学問の力をかりる必要が痛感される。よって、そのレオロジー解析を進めるため二重円筒式回転粘度計を試作して種々実験検討した報告や、水セメント比を蛍光分析、電位差滴定などの方法により迅速に測定してコンクリート強度を早期に推定し、品質管理に利用しようとする試み、また、共振法によりフレッシュコンクリートの物性を測定しようとした試みなどは、この方面の研究発展の貴重な足がかりとなるものと信ずる。

許容応力度は、一般に単純一軸圧縮強度を基準にして定めているが、実際の構造物が受ける応力状態は複雑で複合応力状態下にあるとして、三軸応力下でのコンクリートの破壊を吟味した報告、また軸力、曲げ、ねじりなどが複合して、作用する場合の部材の挙動を追求した研究などは、構造物の真の強さを探り、より信頼できる設計方法を確立するうえで貴重であり、ひびわれ発生から剝離過程を経て桁破壊に至るまでの内部応力の遷移、剛性の低下など非線形挙動を解明するためには、さらにいっそうの理論的実験的研究が必要であろう。

近年、コンクリート構造物の破壊強度設計法に関しては各方面で研究が進められているが、そのような解析に際し前提となった仮定の適否に関しては、なお問題のあることが多く、それを明確にすることが、むしろ基本的課題であることが多い。この意味において、プラスチックヒンジ形成に関する研究は、不静定構造物の極限設計法の基礎となる、きわめて貴重な報告といえよう。

材料の破壊のメカニズムを探る目的で、コンクリートを複合材料と考え、骨材とマトリックスとの界面の性質が破壊過程に及ぼす影響をとくに重視して破壊特性を調べた研究や、空隙が強度、変形特性にいかにか影響するかを検討した報告なども興味ぶかい。とくに膨張コンクリートに対して、それ自身が膨張するという“潜在膨張”の概念を導入した複合モデルを提案し、諸特性を解明しようとした新しい試み、そしてコンクリートを格子構造モデル、連続体モデルで表わし、て力学的挙動や破壊のメ

カニズムを明らかにしようとした研究は注目される。

コンクリート構造物の強度増大を図ることは近年とくに重要な課題であり、材料自身を強くする研究が各方面で進められている。他面、たとえば鋼管やらせん鉄筋を用いてコンクリートを拘束し三軸応力状態に近づけてコンクリートの見掛けの強さを高め、じん性を改善しようとする方法もあるわけで、わずかに1編ながらそれに関する発表があったことは喜ばしく、今後各方面で精力的研究が進むことを期待したい。

一般に多相材料は材料組織的には異質物質の混合ないし結合体であり、それら相互の境界面には力学的弱面、不連続面、すなわち初期欠陥が存在し、そこから応力集中による引張り、すべり破壊が誘発され複雑な伝播過程を経て破壊に導かれる。そこで、コンクリートをモデル化し、圧縮荷重下のひびわれ発生条件、発生方向、伝播過程などを系統的に調べた結果と、圧縮力によるセメントペースト中のマイクロクラックを追求した報告は、非均質脆性材料たるコンクリートの特性を探るうえで興味ぶかい。コンクリート構造物の大型化に伴い、施工の簡略迅速化、省力化の要請が高まり太径異形鉄筋使用の傾向が逐年強まってきているが、その継手方法にいろいろの問題が残されている。ガス圧接法、スリーブ継手などを用いず簡単に重ね継ぎした場合の実験結果が披露され、さらにその重ね継手の破壊機構に関する発表も行なわれ有益であった。また、近年プレハブ化、段階施工などの都合上、ときに橋脚隅角部等の高応力部での継手やコンクリート打継部と鉄筋継手を同一箇所置くなどの必要に迫られることも多くなってきているとして、そのような施工の場合の設計時の安全率を推定した報告は設計上有用な参考資料となろう。

付着に関する報告の中で、ひずみの変化を連続的に測定したもの、ひびわれとの関連できわめて複雑となる鉄筋コンクリートはりの付着を、非線形計算の手法を加えて有限要素法で解明しようとした試みは面白く、いっそうの進展を望みたい。

コンクリートの引張強度試験法としての割裂試験で分布板を用いる RILEM、ASTM の方法、それを用いない JIS の方法などを本格的な実験と比較検討した結果、試験方法の手軽さから JIS の方法が最も有用であるとの見解が示されたことは有難い。

初期強度の大きい超早強セメントを試験するような場合、供試体の形状、寸法によりその発熱の差があることが試験結果に影響するとの報告は注目される。

ここで発表された論文を大別すると、コンクリートの物性に関するものと、コンクリート部材の設計に関するものとに分けることができよう。

前者をさらに細分すると、コンクリートのクリープ、高強度コンクリート、耐久性に分けられる。

コンクリートのクリープに関しては、従来から多くの論文が発表されてきたが、この現象を適確に把握するまでには至っていない。これは、クリープに影響する因子がきわめて多いこと、クリープの発生機構や解析方法が十分究明されていないことなどが原因としてあげることができる。発表された論文のうちクリープ機構に関するものが数編あったが、ただ単に過去に行なわれた研究方法を追従するだけでなく、今後はコンクリートの複合機構や破壊機構などの関連において研究を進めることを望みたい。

最近、高強度コンクリートに注目が集まっている。特殊な養生を施すことなく、セメントや混和剤などの材料特性の改善によって、 $800\sim 1000\text{ kg/cm}^2$ の高強度コンクリートが容易に得られれば、製品の品質改善のみならず、許容応力度の面からもコンクリートの経済性に利するところが非常に大きいので、今後とも大いに研究を発展してほしい分野である。

耐久性に関する報告は、気象作用に対するものと海水による化学作用に対するものとに分けることができる。凍解に対する抵抗性は、材料の品質、配合、施工方法、養生条件などによって影響されることが知られている。骨材の性質によってコンクリートの耐久性がかなり異なるとの調査報告があったが、質の良くない骨材を使用するうえでの対策にまで研究を進めていただきたい。また、凍解によるコンクリートの損傷を詳細に調査し、凍結よりもむしろ融解の条件のほうがコンクリートの耐久性に大きな影響を及ぼすと結論した報告があったが、従来の方法と試験条件の異なる凍解試験によって、この現象を確かめることを望みたい。海岸、港湾、海洋構造物に海水による化学作用ばかりでなく、気象、海象などの物理的作用も受けるものであるから、陸上構造物の場合以上にコンクリートの耐久性が重要な要因となる。コンクリートが海洋構造物の建設材料としての役割を十分に果たすためにも、今後かなり大規模かつ組織的な研究を行なう必要があると考えられる。

コンクリート部材の設計に関する研究については、これをさらに細分すると、腹鉄筋、鉄筋コンクリートスラブおよび、ねじりモーメントとなる。

腹鉄筋の問題は、PCあるいはRCのはりや版のせん断破壊のメカニズムと関係があり、今回もせん断強さやスターラップの効果についての実験結果が発表されていた。

鉄筋コンクリートのスラブについては、版の塑性解析法の一つである降伏線理論をスラブの破壊強度算定に適用したもの、スラブの開口部の補強に関する実験的研究のほかに、鉄骨鉄筋コンクリートスラブ桁の鉄道橋への適用の可能性を検討したもの、多雪地帯の新幹線用桁として開発された開床式コンクリート鉄道橋の設計に関する研究などが報告された。

ねじりを受けるコンクリート部材についても、古くから多くの研究が行なわれているが、その変形特性や破壊強度については未解決の問題がかなり残されている。曲げやねじりなどの複合応力を受ける部材の破壊強度設計法の確立を図るうえからも、今後いっそうの理論的・実験的研究を望みたい。また、ラーメン隅角部の応力分布については、光弾性実験や模型実験の結果が報告されたが、これらは実際構造物の設計、とくに鉄筋補強の方法に有力なる資料を与えるものである。なお、プログラムの欠番(V-98)を利用して、現在日本学術会議流動研究員として来日中の、Chalmers Tekniska Hogskole (Sweden), Prof. R. Malinowski に“Heat Curing of Concrete by means of Closed Form”と題する研究発表を依頼し、講演会の最後を飾ったことを報告しておく。

著者が総括報告を担当した論文は全部で49編とかなりの数にのぼり、ここに論文全部の内容をくわしく述べることは、とおていできない。なかには、きわめて貴重な論文であるにもかかわらず、本稿には全然ふれなかったものもかなりあり、この点を発表者に対し深くお詫びしたい。ただ一言申し上げておきたいことは、発表された報告中には、研究目的が不明のもの、結論が十分得られていないままで発表されているもの、講演会用の実験としか思えないものなどが、いくつか見受けられた。講演会の形式そのものもぜひ改善してほしいが、学会の講演会は日ごろの研究成果を発表する場であり、そこでの討論を経て自己の研究をさらに発展させることに意義のあることを十分に認識していただきたいとの希望を書き添えて、総括報告にかえる。

鉄鋼冶金学第一講義室で行なわれた V-99~146 の発表は、アスファルト混合物や一般の施工関係など広い分野の問題であるため、まとめることもなかなか困難であるが、それだけに土木技術の最近の進歩をうかがうことができる面もあった。

アスファルト混合物に関する研究の内容は、複雑な混合物の特性を明確化して理論的体系を求めようとする基礎的研究、実際問題からの具体的要求に基づく実用的研究、混合物に添加物を加えて品質改善を行なおうとするものに分類できるであろう。混合物の特性を明確化するための研究は世界的にもかなり行なわれており、最近の粘弾性体の研究や測定技術の発達に伴い、しだいに糸口がつかめつつある段階のように思える。しかし、今後さらに息の長い研究を要する分野であろう。この種の基礎的特性の明確化により、実際の問題解決にあたっては現在のように個々の問題を独立して解決策を見いだすのではなく系統的な検討が行なえるようになることを切望している。

杭に関連して、コンクリート杭打設時の衝撃応力や鋼管杭施工法の合理化、鋼管の水平圧入工法による河川下の地下鉄施工例など、施工上の問題点の検討や新工法の紹介があった。この種の合理的施工法の研究により、事故や能率の向上が期待できるので、地味ではあるが技術的には重要な分野であろう。

現在の土木技術は施工速度の向上による合理化が急速に進まりつつあるが、これに関連した研究も行なわれている。スリップフォーム採用に伴いロッドの挫屈の検討、薄肉コンクリート製品の即時脱型のためのコンクリート材料の検討など、新技術や合理化に伴って発生した技術的問題であろう。掘削に関連しても、高圧噴流と硬化剤を利用し能率的に遮水壁をつくろうとする試みや、軟岩の掘削の難易を判定する問題、硬岩掘削時の溝の効果などは、機械化施工の合理化のために生じた研究テーマであろう。

コンクリート部材についても省力化や施工速度向上に関連した研究が行なわれており、アンボンデッド型のPC桁やPCロッド埋込みによる床版構造の検討など、この線にそった問題と考えられ、今後の土木技術発展の一

方向を示すものといえそうである。

コンクリート部材に関しては、はりの破壊機構の研究など、構造部材が弾性限度を越えた場合の検討も行なわれていた。土木構造物の設計が弾性学的に行なわれていることは周知のとおりであるが、より合理的な設計法を見いだすための一つの基礎的方向であろう。また、現実的な問題として、細骨材不足に対応する水淬コンクリート、あるいは軽量粗骨材による軽量化などの問題、鋼構造物では水門の防食が報告された。

また、いよいよ実用的段階に入りつつある原子力発電所に関連して、2種類の原子炉容器にプレストレストコンクリートを応用する場合の立体的構造の解析手段の確立や、破壊時の機構解明のための一連の研究など、新しい構造物に対する技術開発も報告された。この種の技術開発は、従来外国技術の導入により行なわれたことが多かったが、今後はわが国でも開発すべき段階にきていることを示すものであろう。

このほか設計に関連しては、大面積の連続鉄筋コンクリートスラブによる空港のエプロン舗装、7スパン連続のPC鉄道橋の検討例、地下鉄のシールド工法による駅的设计など、現実の新しい方式の設計例も報告された。新技術は最終的には現実の設計に生かされねばならないが、この種の報告は新技術を一般化させるうえに役立つであろう。

工事の積算のプログラム、用語の問題も報告された。いささかわれわれの狭い意味での土木技術からはみ出すことかも知れないが、積算のように実際には多くの人手と時間を食うソフトな問題も、全体としての土木技術向上には非常に重要な問題であろう。

以上、大変まとまりの悪い報告となったが、土木技術がいかに総合的なものであるか、また部分や要素の研究と全体としての研究を上手にマッチさせていかねばならないことを感じさせられた。大きな土木技術というシステムのなかで、研究者が自分の行なっている研究の意味をよく検討し、能率的な研究をする必要性を痛感する。

本会場での報告は非常に多岐にわたっており、同一会場で行なうには多少無理があると思われた。たとえば、外国の学会でも行なっているように、あるテーマを決めてシンポジウムの形式の催しを一般講演会と平行して行なうなどの対策を講ずれば、内容的にはやや狭い範囲に限られても有意義な発表となり、多くの参会者や報告集により新技術の発展に貢献できるのではないかと考えられた。