

筆者の担当する 58 編 (1 題欠番) は、プログラムに従って分類すると次のようになる。

- ① 弾塑性・応力集中 12 編, ② 光弾性 72 編, ③ 疲労 5 編, ④ クリープ 2 編, ⑤ 座屈 10 編, ⑥ 耐荷力と崩壊 10 編, ⑦ プレートガーダーの耐荷力 8 編, ⑧ 衝撃 4 編, である。

これらの各分野で発表された研究の傾向・将来性などについて、筆者の感想をまじえ、要約して以下に述べていただくこととする。

まず、① は従来弾性論を基礎として研究されている分野で、今回も約 2/3 は純粋な弾性問題が取扱われているが、いくつかの研究に塑性状態や材料の複合性を考慮した精密な材料力学的考察がみられるのは興味ぶかい。とくに材料の微視的性質を十分に把握することは、連続体力学の研究にとって重要なことと思われ、こういった研究の増加が期待される。塑性問題の解析手法としては、Integral Method と選点法の応用が注目される。これらの手法は、他の数値的解析法 (有限要素法や差分法) に比較して少ない未知量で解析をすすめられる特徴があり、このことが認識されてきたためと思われる。問題の対象としては、切欠きや円孔をもつ部材の応力解析が多い。この種の問題の解析については、いろいろの工夫がなされているが、解の精度を正しく見積ることに困難のある場合が多いように思われる。そういう意味で、この種の問題に対しては、計算による解析のみでなく光弾性などの実験的応力解析も重視されなければならないと思う。② では、光弾性皮膜法によって円孔周辺の弾塑性状態が研究されている。今後、光弾性による弾塑性問題の研究は広く行なわれるようになっていくと思われるが、まず、解析の裏付けの基礎研究が必要ではないだろうか。そのほか、異方性板や重量構造物などに関する解析が報告されている。①, ② の分野を通じ、現在、理論、数値解析および実験による解析手法が多様に開拓されているので、これらを有機的に応用して解析を行なうことが大切であると考えられる。

③ の疲労では、80 kg/mm<sup>2</sup> 高張力鋼やスタッド付鋼

板の疲労強度など実用面で重要な問題が取上げられ、実験研究がなされている。高張力鋼は構造物の長大化とともに使用の増大が期待されているものであるが、伸び能力の不足 (① で取扱われている)・疲労限度が比較的低いなどの性質があり、普通の鋼に対する設計概念をそのまま延長することとは多くの問題点があるようである。今後も構造材料としての強度に関して、基礎研究が要望されるものである。また、今回は鋼の問題ばかりが取上げられているが、コンクリート・岩石などを含む、さらに広い疲労の問題の研究も必要ではないかと思われる。

④ クリープでは、RC 不静定ばりや合成桁に関するクリープ算定式の精密化の研究が報告されている。

座屈と塑性解析、これらに関連する耐荷力の問題は、構造設計の上で依然として重要な課題であり、多くの研究が発表されている。⑤ の座屈は、大部分が理論計算による解析であるが、とくに弾塑性座屈の問題について、その過程を逐次追跡してゆく解析がいくつか試みられているのが注目される。解析の方法についてさらに検討が望まれる問題ではないかと考えられる。板の板厚比は、構造部材の設計において一つの重要な要素であるが、板の弾塑性座屈の考察から、板厚比と板の耐荷力について有用な資料が発表されている。そのほか、吊橋の主塔など、種々の構造を対象とした座屈の解析が報告されている。⑥ の耐荷力と崩壊は、塑性解析と座屈の問題を含み、実験や計算による多様なアプローチがなされている。ひずみ硬化や残留応力の影響を考慮したものも見られる。崩壊の過程を追跡する塑性解析は、電子計算機を用いて容易に行なえるようになってきたが、設計のうえに実用化してゆくためには、なお多くの基礎的研究の積重ねが必要であろう。⑦ のプレートガーダーの耐荷力では、主として桁の初期不整 (初期たわみ・残留応力など) が座屈と最終強度に与える影響に関する研究と桁の横倒れ座屈に関する研究とが発表されている。前者は、溶接によって桁を製作することが多くなった現在、重要な研究課題として今後も広い角度からの研究を必要とする問題と考えられる。

最後に ⑧ の衝撃は、応答の問題、塑性変形さらに破壊につながる問題およびその緩和 (エネルギーの吸収) の問題など多くの研究の面をもっている。今回はわずか 4 編の発表であったが、実用的にも重要で興味ある課題であり、今後、研究の発展を期待したい分野である。

I-60~118 では土木構造物を主体とした振動問題に関連した研究結果が報告され、その内訳は波動5編、構造物の振動性状12編、交通荷重による振動2編、耐震26編、耐風14編であった。これら研究の対象がかなり広範にわたり、それぞれにとられた研究の手法も理論解析・数値計算・模型実験・実物観測など多岐にわたっており、全体的な研究の流れ、研究の動向などを簡明に展望することはむずかしい。ただここ三、四年間における本講演会における振動に関する講演件数に対して、今年も耐震約44%、耐風約24%、構造物の振動性状約20%の三者が例年なみに比較的多いものに対して、交通荷重による振動が例年より激減し(約10/3%)、それだけ波動関係が取扱われるようになってきているようである(約8.5%)。以下にそれらを内容別に概記することにする。

波動の問題はかなり古くから弾性体を伝わる波動理論として研究されてきたが、本講演会でもここ一、二年来講演件数がふえてきている。今回は変断面棒、有限ばり、弾性地盤上の無限板、非線形飽和砂層などがそれぞれモデル化されて、比較的単純な起振源による波動問題としてとらえられ、主として、理論解析と数値計算、一部は模型実験結果との比較などによって研究されている。今後、地震・交通荷重などを対象とした波動解析の研究がさらに推進されるものと期待される。

構造物の振動性状に関するものとしては、基礎的なものと応用的なものに大別された。前者においては、演算子法・ラプラス変換によるはりの固有振動、固有関数法・3連応力法・平面要素分割法による板の固有振動の解析などが対象とされた。こうした基礎的研究は当然今後も必要で、理論の展開のみならず、解析の精度、適用の実用性等が常に重視されねばならないだろう。後者の応用的な研究においては、変形法などによる骨組橋梁、マトリックス法による空中鉄塔のいずれも固有振動の解析が対象とされ、さらに回転量の計測と不動軸の確保に有利なジャイロスコープによる振動計測とその応用例が報告された。これらの応用的研究では構造物の減衰性が問題となるので、実験などによる減衰性の研究とそれら

を考慮した実構造物の振動性状が今後も研究されねばならないであろう。

交通荷重による振動は、波動の中に入れられた走行荷重による異方性半無限弾性体の応力分布と、振動のところで報告された不規則振動論とシミュレーション法による曲線桁橋の衝撃係数の2件しか見あたらなかった。交通荷重による振動はここ約3年間約10件程度が報告されていたが、今年このように少ないのはこの種の研究が一段落したというより、むしろ偶然の結果であろう。

耐震関係の報告は、常時微動・地震動、耐震一般、基礎・地中構造物の耐震などが内容とされた。まず、常時微動の利用と強震記録の解析などが報告されたが、これらに耐震工学に対する情報源の意義を有することはいうまでもない。ついで耐震一般では、地震応答の解析に重点がおかれ、解析法そのものの考究検討がすすめられるとともに、応答解析をさらに意義あるものにするための努力が幅広く続けられ、また、耐震的に問題のありそうな橋梁構造関係の耐震解析より一部には耐震設計が述べられた。引続いて今年はとくに、杭・ケーソンなどのほか、埋設管・沈埋トンネルなど、いわゆる基礎・地中構造物関係の耐震問題が数多く報告された。耐震関係の研究報告は今後も比較的多数であろうと推察され、その成果が期待される。

耐風関係においては、構造物に作用する空気力、構造物の耐風応答、実風による実構造物の振動とその観測など幅広い報告がなされた。全般を通じて感じられることは、基礎的な研究も重視されることに変わりはないであろうが、これまで吊橋の耐風問題に焦点が絞られ、理論解析のほかに風洞実験(定常流的)がきわめて重要視されてきたのに対して、今年には吊橋以外の構造物も大幅に対象とされ、そして実風実構造物観測が本格化され、さらにそれらを乱流を含めた室内風洞実験に再現して、それらの結果を耐震研究・耐震設計に資そうとする研究方向がうかがえた。

振動に関する以上の講演会全般を通じて、研究層は次第に広まりつつあり、また若手研究者の進出活躍が目立ち、講演会出席者数も比較的多く、盛況であったということができよう。土木工学分野における振動に関する問題とその研究の必要性はさらに高まる傾向にあると推察される。今後一段の研究成果を期待するものである。

55 番教室の発表は構造力学関係のもの 57 編で、骨組構造 5 編、構造解析 5 編、演算子法による構造解析 7 編、有限要素法 17 編、板およびシェル 12 編、薄肉構造に関するもの 6 編、床版構造に関するもの 5 編であった。本教室の発表を通じてみれば、床板の実験的研究 2 編と数理構造解析の数編を除いてすべてマトリックス構造解析に関する研究である。最近、電子計算機の発達とともに、構造物の応力解析にこの手法が取入れられ、これが発展・普及して、構造解析が急速にこの流儀に改められつつあることを、本大会を通じてあらためて痛感させられた。55 番教室の発表の概略を紹介したい。マトリックス構造解析では要素をつくるものは節点であり、その節点の変位ベクトルと力のベクトルの関係を示す行列をつくるのが基本であるが、発表中に、任意形状ばりを要素とする剛性行列、円弧ばり要素と普通ばり要素の混合骨組構造の解析、弾性床土ばり要素と普通ばり要素の混合骨組の解析の報告があった。また、演算子法および漸化法と名付けているマトリックス構造解析の総括的一連の報告があった。これは長年、積み重ねられたもので、部分要素の弾性厳密解を基本として要素節点の物理量ベクトルを表わし、要素間では節点における適合や、力のつり合いを結合作用素として一端の境界未知量を既知のものとして節点ごとに解いて他端に移し、境界未知量と同数の境界条件によって解析をすすめる方法で、遷移行列法と等価方法といえる。有限要素法については、理論についての研究と、実際構造物の応力解析に分けられるが、前者については、計算機コアの節約への一提案、理論的数値誤差の検討、三角形要素内で一次変化曲率を有する板の有限要素法の研究、規則正しい三角形ネットワークによる板の曲げ問題の要素解の正当性を定積分変換理論で検討したもの、隣接節点のみにしか互いに関与できない要素法の拘束性を排除して有限要素の要素分割をいくつかの分割パターンを集りと考え、各パターンを重ね合わせて連続体ポテンシャルに近似できるかどうかの試みがあった。後者には線形弾性問題の計算例として連続斜板橋の支点反力・三次元熱拡散問題・三次元応力問題としてのベアリング・プレートの有限要素解析が報告された。マトリックス法は、数年前まではほとんど不可

能と考えられていた各種の有限変形問題、とくに有限要素法による弾塑性問題を解くことを可能にしたが、本発表の中にも非線形弾性有限変形の研究、変形増分法について変形前後の諸量間の関係から、変形前の値で変形後の値を用いたと同等の増分関係が示された。応力一ひずみ増分関係が任意の場合について荷重漸増法に工夫を加え精度の向上を試みた研究、有限要素の分割要素内で応力を一定にした板の弾塑性曲げ解析、また塑性条件を土の力学にあるクーロン型とした無限板中の円孔周辺の弾塑性解析が試みられ、鉄筋コンクリート床板の実際に近い応力一ひずみ増分関係を用いて、その弾塑性曲げが解析された。これらは、すべて応力一ひずみ増分の関係が互いにエクスプリシット(陽)に示されるアルゴリズムによっている。数理構造解析については、弾性ばりに支持された扇形板の曲げ、変断面矩形板の曲げ、シェル理論による取水塔、多柱式鋼管の解析、ラーメンに支持された平板の曲げ、撰点法による平板の混合境界値問題、撰点法を三次元弾性体に適用した厚板の応力解析が報告された。また、多柱フラット・スラブを面内力を受ける平板曲げ、ハンチ部分の三次元応力と柱を組合わせた精力的な解析が示された。細長い板を要素とする折板理論は、広義の有限要素法で薄肉構造解析に有効な武器であるが、この方法によって、台形断面の隔壁の効果、変断面箱桁の曲げねじれ、連続 3 室箱桁の応力解析、薄肉楕円形桁の曲げ、バルブプレート箱桁の応力性状が検討され、弾性床上析板要素と普通析板要素との混合問題、円筒を要素とする曲面構造の解析が示された。このほか、高精度階差法と固有関数法による二次元弾性問題の研究が昨年に引続いて発表され、新考案による床板の実験的研究も報告された。

以上、いずれも大容量電子計算機の利用を必須条件として成り立つものであるが、今後マトリック構造解析は、部分要素に新しい種類を加え、各種要素を混合した新種構造解析への展開が行なわれよう。一方、応力一ひずみ増分関係には、粉体・粘弾性・圧密・その他測定値そのものがシミュレートされてレオロジーのすべてを網羅するようになり、マトリックス法が材料工学の重要な基礎となるであろう。また、応力一ひずみ増分関係の表現は、問題に応じて、ときに、エクスプリシットに、インプリシットにアルゴリズムされ、有効に使用されよう。他方、繁雑をいとわず、構造物に忠実に有限要素の分割が行なわれ、応力解析されることが一般化するであろう。

橋梁のように多くの分野の研究成果が総合されて成立している構造物については、研究者の着眼点がどこにあるかによって、さまざまな方向からのアプローチがありうるし、また同方向からの研究についても研究者の立場によってそれぞれ特徴が出てくるのは当然であろう。材料、安定問題、耐震・耐風関係、解析法などを中心としたものはそれぞれ別にグループ分けされているので、ここに一括されているものは大体それ以外のところに中心主題のあるものとみられる。したがって、それらを一貫する動向などを見出すことは大変困難であるが、逆にいえば特徴のある研究が多いということになる。

橋梁の種類別では吊橋・曲線橋・桁橋・アーチ・斜張橋が対象となっている。吊橋関係ではケーブルのみで構成されている構造に関する研究が多い。この種の構造は当然有限変形を考慮した取扱いが要求され、いわゆる幾何学的非線形問題の代表例を提供する。この問題については内外の多くの研究があり、解析原理的には一応解決しているとみてよいように思われるが、一方、これを実際問題に適用するにあたっては、実用上の立場から検討すべき余地が残されていて、載荷による無効部材の発生によって、構造系が変化する場合の取扱いなども含めてそのような問題を取扱ったものが多くみられた。予張力の導入に関連して生ずる諸問題、架設途次の吊橋の性状に関する問題など、今後とも現場と密着した成果を期待したい。以上のほかはいずれもタワーに関する研究である。曲線橋では曲線桁橋を対象とし、かついずれもやや特殊なテーマを取上げている。これは、この形式が通常の構造様式として定着し実施例も多いことからみても当然であろう。また、上部構造のみを対象とするのではなく、下部構造ぐるみの構造系を取上げ、曲線橋であるために生ずる特有の問題を扱っているものがある。曲線橋のみならず格子桁橋なども含めて、一般に上部構造に立体的な機能を期待する場合には、下部構造の変形が直接その耐荷性能に影響するので、とくに下部構造が可撓性の場合には慣例的に上部・下部と分けて設計するのは不合理な場合が予想されよう。桁橋関係では鋼道路橋の床部を対象とし、それが主橋体の機能を分担するという見地から取扱ったものが多い。橋全体を総合的にみるとい

う傾向は、設計の合理化にとって好ましいことであり、設計荷重のあり方なども関連して検討を加える必要がある。アーチ関係ではアーチ・桁複合構造に手を加えて構造特性を改良する試みが示され、また、斜張橋についても同様な趣旨の研究がみられた。複合構造の妙味は構成要素ならびにそれらの複合のしかたを変化させることによって構造特性を制御できる点にあると思われるので、安全かつ経済的な新形式の発展を期待したい。細部構造では断面急変部の局部応力状態の解明をめざしたものが多かった。これらの成果が積重ねられることにより設計の合理化が着実にすすめられてゆくのは心強いことである。なお摩擦接合に関する研究は、いずれも委員会活動の一環として組織的に行なわれているものの一部であって、このような種類の研究におけるグループ活動の重要性を認識させるものである。溶接に関しては、いわゆる溶接工学の立場からでなく、構造工学の立場から継手の力学的特性を有限要素法により解析したものがみられた。熱の問題なども含めて、とりわけ物理的実験の行ないにくい問題に対しては、今後とも有力な手段として活用されることが期待される。実験を主とした研究では、その目的および対象が多岐にわたるため一般的に論ずることはできないが、疲労などに関する貴重な資料が提示され、また、振動公害や橋面ヒーティングなど時勢の推移を反映したものがみられた。施工関係の研究は簡単な報告にまとめにくいため少数の発表であるが、構造工学の進展にとって設計と施工との間の技術上の交流は重要である。また、安全・急速かつ省力化された施工を目標に組織化・プレファブ化が要求され、それに伴う規格化・標準化の問題も大切な課題であろう。最後に、設計・設計法に関する研究がある。最適設計・自動設計に関する研究は貴重な成果を示しているが、信頼性解析や安全性を取扱った研究も含めて、この分野の発表数がいかに少ないのは不思議である。現在はエネルギーをたくわえつつある時期で、いずれ近い将来に続々と成果が発表されることを切に期待したい。設計の基本姿勢については研究討論会でも取上げられていたが、いまや根本理念にさかのぼって再検討を加えてもよい時期にきているように思われる。要求された機能をもつ構造物について、その安全性と経済性とを、いかにして合理的に両立させるかを探求することが設計者に課された基本的使命であると思うので、個々の構造物について、それにふさわしい設計理念の筋をとおした、バランスのとれた設計が望まれるところである。

ここに報告する諸論文は、海岸工学の分野に属している。年次学術講演会で発表されるものは、研究途上のものや緒についたものと、ほとんど完成して本報告のために一応世に問うものがあるが、研究の動向を察知するうえで誠によい機会と考えられる。しかし、10月末に海岸工学講演会が札幌で開催され、こちらは Full Paper で本印刷の論文集が発行される関係上、有力な研究所・大学の中で参加を見なかった所が二、三あったことを付記し、以下、きわめて概括的に研究の動向を報告する。

① 波の発生・変形・碎波 (9編) : 波の発生については従来陸地の影響を受けない海洋上の台風による波の計算が発表されているが、今回、内海に拡張しようとする試みがなされた。波の変形では、この数年有限振幅波理論の適用性を調べることがなされ、今回も水粒子速度・伝播速度・波高などの実測より比較された。また、近年不規則波が注目されてきており、基礎的に成分波の非線型干渉、反射波の位相特性、二次波の伝播などについて報告があった。底面摩擦による波高減衰は従来から注目されているが、流れを遡上する場合の乱れ、碎波後の乱れによる波高減衰が新しく注目されるようになった。

② 津波・高潮・潮汐 (4編) : 長周期波は造波および湾口逸散の二条件より実験が困難な分野であるが、本格的な実験報告がなされるような段階に達したことは喜ばしい。今年、矩形波の波高増幅率の実測報告で、とくに防波堤を設けたときに湾口を節とするモードと防波堤を節とするモードがあらわれることや、防波堤の外域の振動特性が報告された。高潮についても湾は水位が実測値によくあうように与えられたが、周期が長くて強制振動と考えられるので、これでよい。また、長周期波と短周期波とが重なった場合が初めて報告されたが、これは①の不規則波の研究傾向と規を一にする。

③ 波の打上げ・越波 (5編) : 被災した海岸に実験結果を適用してその適合度を検討した報告、孤立波の越波量の実験報告、越波量算定式の提案など、いずれも興味深かった。

④ 波力および消波工 (10編) : 港湾内で岸壁などでの波の反射を防ぎ、あるいは減少せしめることは、湾内波高を減少せしめるのに重要な技術であり、またこれにより有効な岸壁の延長を長くすることができる。掘込港湾入口の消波海岸はその例であるが、今回、また直立式消波岸壁、鉛直捨石護岸が提案された。これに関連して捨石式の透過堤の波高伝達率が報告された。また、防波堤が非透過のとき、屈曲部が港外側に凹であると、そこで被災する例が多く、その実験が示された。

球形物体・円柱・浮防波堤・大型ポンツーン・波高測定用浮きスタフ等の揺動実験例が、これに続いて報告されたが、これらは海洋工学の問題として近年研究例を増加しつつあるものである。ただ、実験方法は十分に検討をせねばならないように感じられた。

⑤ 漂砂・海浜変形・河口閉塞 (14編) : 漂砂の運動機構の研究の一端として、今回は浮遊砂の鉛直方向の濃度分布の実験および実測、人工粗度底面上の振動流による摩擦係数、もどり流れ流速の実験がなされた。漂砂の実験はだれでも相似律について困難を感じるの、縮尺効果の検討、実験計画法の採用などがなされた。また、実際海浜の沿岸流観測用に気球カメラ・システムが開発され興味をそそった。漂砂および河口閉塞の観測報告も4編なされた。つぎに、流れと波の共存場における河口の安定断面の計算式が試みられ、また、河口閉塞防止工法の提案がなされた。

⑥ 密度流 (9編) および拡散 (1編) : 廃水や温水の拡散、冷却水の取水など、この分野は近時著しく社会性を強めてきたものである。湾における潮汐のこれに果す役割は大きいと考えられ、今回これを考慮する計算法が提案された。しかし、短周期の不規則波による計算では拡散係数は非常に小さい。淡塩二層流界面に発生する内部波、内部ジャンプ、界面付近の物体背後の内部波について理論および実験が試みられ、混合の基礎特性を明らかにしているが、とくに内部ジャンプでは淡水が塩水中に混入することが指摘された。つぎに、大型水路によって二層流界面の抵抗係数が与えられ、この種の研究にほぼ結論を与えた。さらに二成層流よりの横方向取水、浮上プルームの海域拡散、密度差の横拡散など興味ある研究が報告された。

以上各方面で海岸工学の進歩に寄与する研究がなされつつあることは心強い限りで、今後の成果が期待される。

担当したパートでは、とくに流送土砂に関連した問題と二次流・局所流に関係するものが多く、近年この分野での研究の動向を示すものと思われた。したがって、多くの研究者がこれらの関心を持ち、活発な討議が行なわれ、有益な意見が開陳された。このほか、乱れ・振動などに関しては水理学の基礎的な分野の一部であると考えられるが、研究成果の発表が比較的少く、とくに乱れに関しては長年にわたって多くの研究が続けられているにもかかわらず、発表論文が少く、かつ種々の水路での実測の解析に終わったことはいささか物足りない感がある。計測技術の発達に伴い水路において乱れの測定が種々の方法で可能となり、開水路での乱れの実測が行なわれ、現在は開水路流れの乱れについての情報の収集段階にあり、これらの総合により、たとえば流れの抵抗・土砂輸送・拡散現象などに適用されるよう、一段の研究の発展が期待される。このためには、さらに多くの研究者の参加による集約された実測・研究が必要であろう。

振動の問題については、近年高速流に対するゲートが製作されるようになり、それに関連して流水による構造物の振動および流体の振動が取上げられ、わが国でも相当関心が持たれ、研究が行なわれてきたが、今回の発表では数が非常に少く、世界的にはこの問題に関して関心が持たれているにもかかわらず、わが国では従来の研究成果により、実用的には一応解決されていると考えられているためか、現在においてはあまりさかんでないように見受けられる。水理構造物の安全性の向上のために、さらに基礎的・応用的研究が望まれる。

流送土砂に関連する問題については、近年さかんに研究がすすめられており、今回の研究討論会のテーマの一つとして取上げられている。流送土砂の機構・性質をより明らかにし、実際河川などで起こる現象についての解明ならびに河道設計の基礎とするために種々の面からの研究が行なわれており、これらの成果の発表が一段の進歩を与えたことと考えられる。しかし、ようやく種々の性質を明らかにする手がかりがつかめた段階で、基本的には未解決の問題が残されており基礎的な面からの研究の発展が要望される。このためには、従前にも河川・実験水路での流送土砂の測定が問題とされ、適切な測定法の開発が要望されていたが、今回の発表では実測の重要性が一段と認識され、実用的に可能と思われる測定法の提案がなされたことは意義が大きいと思われ、このような研究を押しすすめて実際現象の把握が十分になされ、その結果に基づいた基礎的な理論の発展が望まれる。従来、流送土砂に関し、定常平衡状態での非常に単純化された場合について実験的・理論的な研究がすすめられてきたが、今回の発表ではさらに広い条件に対しての問題の接近が試みられ、あるいは流れの細部構造にまでたち至

って調べようと試み、成果が収められ始めている。今後はいっそうこの方面での研究を進展させ実用的にも有意義な成果が得られることが切望される。河床の形状については、長年にわたる研究が行なわれ、今回の発表でもより進展した成果が発表され活発な討論が行なわれたが、統一的な説明を与えるまでには至っていない。河床変動については、河道計画などに重要な役割を持つため、これまでに多くの計算法の提案・改良などがなされてきたが、最近では河床材料の分級作用について実用計算ができるよう努力が払われており、また海岸侵食を実用的に計算にのせる試みがなされるなど、まだ問題点は残されてはいるが、これらの面からの河道設計の問題に解決の可能性を与えたことは意義深いことと考える。河道形態については蛇行の問題が観測に基づいて検討され、従来の知見を再確認しこれに関し更に検討すべき問題点を提示したことは有意義であった。わが国での河川の蛇行は人為的に強制されたものが大部分であり、自然河川の蛇行とは若干異なるものと考えられ、次に述べる二次流・局所流の考え方による取扱いの重要性が示唆されている。

次に局所流について述べる。従来よく知られているように、水理学の問題は一次元的な取扱いが行なわれ、実用上も非常に有意義な知見を提供してきたが、さらに精度を上げた二次元・三次元的な現象の解明が要求されるようになってきている。このような背景のもとに、数多くの研究者が構造物周辺・彎曲部・断面変化部などでの流れについて研究を行なっており、さらにすすめて局所洗掘・物質分散にも応用することを考えている。今回の発表でも多くの研究成果が発表され、実用的な問題の接近が試みられている。従来もこの方面の研究に非常に関心が持たれ、一次元的解析に補助的な index を付け加えることにより解決することが主として行なわれてきたが、今回の発表も大部分はこの系統のものであり、実際現象に適合するような index の選定とその性質の把握に重点がおかれている。また、二次流についての詳細な観測が行なわれ、実際の流れに適合するモデルを見出すことに努力が傾けられて、種々の原因で生ずる二次流についての性質を明らかにされつつあることは将来の発展に希望を持たせるものと思う。一方、二次元的な解析のアプローチが試みられ始めてきており、詳細な測定と相まって今後の発展が期待される。このような、基礎的研究の発展と平行して実用的な局所洗掘とか模型実験に関連する問題とかが実験的に検討されており、実用上の問題の解決が急がれていることを示している。二次流・局所流の問題は非常に複雑な要素を含み、かつ理論的検討も容易でないので、今後種々の面からの接近により一日も早くより確実な解決に至ることが待望される。

ここで発表された論文は 50 編 (欠番 2) で、その内訳は流出 20 編、水文統計・計画 20 編、浸透流 6 編、地下密度流 4 編に大別される。

① 流出：20 編の約半数の論文が直接 a) 降雨流出の解析および実験に関するものであった。流出解析モデルは blak box モデル (単位図法など) を用いるものと、process モデル (特性曲線法など) によるものに大別されるが、水理学的手法をとる後者の傾向のものが前回に引続き多かった。これは、この分野の一つの発展だと思うが、両者を相補って用いることが流出現象の解明には必要であろう。発表論文は理論解析のほか数値実験・模型実験を伴い多彩であった。流出系における lumped スケールに関する本格的な研究のほか a) に入る論文の内容は、降雨強度別単位図を用いる解析例、貯留関数法を修正した遊水モデル、貯留関数法による推算例、特性曲線法の粗度係数に関する実験を伴った流出モデルの検討、市街地域の雨水流出特性、流量低減特性の平均化過程 (地下水流)、降雨終了後の流出 (中間流出以降)、表面流についての現地実験 (人工降雨) と解析、降雨流出シミュレーションの基礎に関する実験的研究などで、創意と工夫を高く評価される研究も多かった。流出現象の非線形性に対応して行なわれた降雨変動の流出に及ぼす影響の検討も注目され、また長期流出 (低水) に対してすでに提案されている統計的単位図法の改良が発表された。つぎに b) 降雨に関するものでは、洪水災害をもたらす降雨特性、有効降雨の合理的算定法とその高水決定への応用、c) 流出観測では、山地河川の流出を検討し総雨量と総損失雨量間の高い相関を示したもの (相俣試験地)、水収支の面からの水文要素の解析 (荒川試験地) が報告された。d) 融雪流出では、冬期の地熱による融雪量とその冬期湯水量への寄与の考察、体積気温の概念の導入による融雪出水の研究が発表された。e) 不規則断面河道の洪水流では、貯留効果にプラスする渦による粗度係数の増加が論じられた。

② 水文統計・計画：前回に比してこの分野の論文の増加率も流出に劣らない。この分野では、とくに在来の決定論的手法によるもののほかに、確率理論・情報理論の手法をとる分野 (stochastic hydrology) が確立して、

複雑な水文現象の定量化や水工計画における目的関数・評価関数の設定が論じられるようになったのは注目に値する。一方、全く別な面 (歴史的・社会的・美学的) からの河川計画の考察報告も行なわれた。a) stochastic hydrology の基礎的研究では、二変数ガンマ分布の母数推定法の理論的考察と、この特別な場合の二変数指数分布のその数値実験による検討が論じられ、b) 水文学の算定と発生などでは、降雨特性に関する情報論的考察、雨量の時間配分に関する統計則、グループ主軸法による月降水量の相関分析、近畿圏の月雨量資料の因子分析、欠測降雨の補間法、旬流量時系列の発生解析例が発表された。確率水文学の推定に関し、標準正規分布からのはずれをなくするための提案では、Thompson の棄却検定法をとることは正規分布のピークをとがったものにし、超過・非超過確率水文学の推定上妥当でないという討論があった。c) 貯水池の調節機能・統合管理では、利水計画における限界供給量決定の手法、貯水池による水供給の信頼性、貯水池調節機能の検討が論じられた。また、DP 利用によるダム貯水池の洪水調節方式は理論的、北上川電算システムにおける治水統合管理方式は実際の持味を示した。d) 起伏比のスペクトル解析はユニークな研究で、e) はんらんによる被害波及過程の計量化も間接被害に対するアプローチで、社会的・経済的な解析を要する新しい課題。今後この種の研究の充実を期待したい。f) 河川関係の発想・理念を歴史的に考察した大河川と中小河川に対する研究報告があった。また、都市河川の機能について社会科学・都市美的観点からの計画の紹介があった。g) 行列表示によるパイプラインの流量計算法が述べられた。

③ 浸透流・地下密度流：浸透流の研究には確立されている数種の抵抗法則があるが、多くの論文は a) Darcy 則の適用される層流領域での研究で、複雑な境界値問題、3次元自由地下水、地下密度流などの解析が、巧みな解析手法と電算機の高度な活用で進められている。解析結果はたとえば地下密度流の塩水と淡水の境界面など、実験結果と実に見事に一致する。また、b) 非 Darcy 則による乱流・遷移領域に及ぶ 2 研究では、微速浸透の考察、遷移領域の解明が注目され、専門外の筆者には微粒子層 (地下水流) の浸透機構には Horchheimer 則が、粗粒子層の透水のほうには指数型抵抗則が適合することが興味深かった。ほかに c) 非定常浸透流の挙動に関する実験的研究、河川水と浅層地下水の応答に関する研究が発表された。

わが国における衛生工学は歴史が浅いけれど、公害や生活環境への世論が高まるにつれて、この分野の研究者も次第に増加し、広い範囲にわたって研究がすすめられつつあることは同慶の至りである。

第 26 回の年次学術講演会において、第 II 部門のうち衛生工学関係の発表論文数は 71 であり、内訳は、活性汚泥 8 編、下水計画 4 編、上水 10 編、三次処理 7 編、水質汚濁 9 編、都市・産業廃棄物 7 編、廃水 8 編、放射性廃棄物 8 編、大気汚染・騒音 3 編となっている。

本学会の衛生工学関係の会員は、土木工学あるいは衛生工学の出身者が主であるから、講演会では、大気汚染・騒音についての論文が少なくなるのは当然ともいえるが、乱流拡散については従来から水の問題で取上げられてきていることであるから、大気についても応用して研究をすすめる必要がある。

数の上から、都市・産業廃棄物に関する論文が比較的に多くなってきていることは特記すべきことである。これらの処理・処分は都市の問題として早急に解決を要することは、下水汚泥の処理・処分と同様であるからである。それと、放射性廃棄物の地下水中の挙動や水圏生物に対する影響についての論文の増加も原子力発電の増強を見通した結果だとしても喜ぶべき現象といえよう。

上水、三次処理、水質汚濁、活性汚泥、汚泥の処理・処分、廃水などについては数の上からは取上げることはないが、下水計画については物足らなさを感ずるのは筆者のみではあるまい。経済成長の行き過ぎを是正して、社会資本の充実、すなわち、住宅とともに公共下水道や流域下水道の整備が急がれている今日、その建設と維持管理についてはもちろん水質汚濁防止の面から下水道の基本計画に関する研究成果が少ないのは残念である。下水量の算定、排除方式、幹線管渠と処理場の配置などについて解決を要する問題点が多く、いずれも古くて新しい問題であるが、これが研究には多額の経費と人員を要することが解決を遅らせている原因になっている。

以上の発表論文の要旨を通覧して、内容的には逐年、進歩の跡がうかがわれる。数年前のように、学生の実験・演習のデータ程度のもは少なくなりつつある。得られ

た資料の信頼性や再現性などは、実験のための設備とその規模・手法・試験法などからも判断は可能であるが、資料や導かれた結論は今後の研究の手掛りになるものでなければならぬことを銘記する必要がある。

研究の将来に期待の持たれるものも数多く存在するし、衛生工学の広い範囲にわたって研究対象を取上げ、そのいずれにもある程度の成果を示しつつある研究者グループ、限られた対象ながら、着々と研究成果をあげている研究者の存在に心強さを感じた反面、他と協力しながら研究をすすめればもっと効果の得られることが想像される内容のものや、概要集には效能書をくどくどと述べながら、必要な実験の設備や方法とデータを少しも示していない研究グループも見受けられた。

研究対象が多岐にわたる衛生工学の分野では、いずれの研究も早急に解決を要するものばかりである。上水では水質汚濁のすすんでいる現在、わずかな重金属や有毒物質でも有効に除去して安全な飲料水の確保をはかる方法、下水汚泥を含めた廃棄物の処理・処分とその利用方法、下水処理の高度化、水質汚濁における拡散や自然浄化と流水一底質の水質相互作用などに対する工学的な解決のための研究をさらに大規模に、他の分野の協力が得られる態勢で実施する必要がある。

## 工学に関する夏期研修会講義集(1971)

### ● A. コース

B 5・280・2400 円 (〒 140)

1. 流出系モデルとその解析／高棟
2. 都市化による流出変化／金丸
3. 水理システムとシミュレーション／岩佐
4. 構造物周辺の流れ／中川
5. 移動床の抵抗法則／杉尾
6. 自然水の水質／小林
7. 水質汚濁の現状／湯沢
8. 地下水（密度流内諸問題）／嶋
9. 中国地方の河川開発計画／山本
10. 流水中における物質の移流と拡散（特別講演）／林

### ● B. コース

B 5・280・2900 円 (〒 170)

1. 最近の波浪理論における境界値問題の解法とその応用／井島
2. 波浪に対する構造物の動的応答／岩垣
3. 瀬戸内海の水交換／前川
4. 波の変形（とくに長周期波の進入による港域水面の振動について）／室田
5. 海浜過程／野田
6. シーパースの設計と施工／島田・内野
7. 瀬戸内海周辺の港湾整備計画／北村
8. 波浪観測とその解析／土屋
9. 工場排煙の大気拡散理論と応用／井出
10. 津波特論（特別講演）／岩崎



筆者の分担する 57 編 (欠番 2) の論文は次の 6 つの分野にわたっている。

① 岩盤 4 編 (前年度 6 編), ② 圧密 7 編 (前年度 9 編), ③ 砂の変形・強度 11 編 (前年度 20 編), ④ 粘土の変形・強度 9 編 (前年度 14 編), ⑤ 地盤の動的性質 12 編 (前年度 9 編), ⑥ 土の動的性質 13 編 (前年度 15 編)。

このうち ⑤ を除く基礎的な分野が、いずれも前年度の発表件数よりも減ったことは見逃せない。一方、実際の・応用的な面ではふえており、研究の重点が移りつつあるのを感じる。これは土質工学としてはむしろ健全なゆき方で喜ぶべきことかもしれない。もっとも基礎的な分野も数は減っても内容的には意欲的な研究が多く、決して低調ではない。ただ、一部にほとんど既発表のものや、おさなりの発表も散見されたことは残念である。

まず岩盤の分野では、水平スリットを持つ脆性体の圧縮強さを理論的に導き、実験でチェックした報告が、興味深く、発展の可能性を感じさせた。プリスプリッティング爆破工法に関する計算と実験の 2 編は、コンクリート工学との境界領域に属する問題であるが、岩盤掘削の模型実験の報告とともに実用的な意義は大きい。

圧密の分野では 4 編の理論的研究が発表された。すなわち、テルツァギの三次元圧密方程式の意義を、純粋な理論的立場から根本的に検討してその適用範囲を明らかにしたもの、粘土の一般の応力-ひずみ関係を用いて三次元圧密理論を工学的に構築し、さらにこれを帯状荷重による沈下計算に応用したもの、および任意の不均等地盤の圧密を圧密諸係数の圧密中の変化を考慮して解く一般的な手法を例示したものの 4 編である。これらの成果はいずれも圧密理論発展の一里塚となりうるものと思われる。実験的研究では、異なった構造の粘土をつくって圧縮性を比較したものが興味深い、構造すなわち粒子配向という見方は、やや一面的であろう。

砂の変形・強度の分野では、これに影響する因子、たとえば構造・拘束圧 (高圧)・応力経路・変形状態 (平面ひずみ) 等を変えて砂の変形特性・強度特性を実験的に調べた研究が 6 編報告され、従来の成果をさらに一歩すすめている。また、実際の砂や、丸棒の二次元模型を使って、せん断時の変形挙動をミクロ的に観察する試み

も 4 編見られたが、とくに変形前後の砂粒子の配列の変化を標本にとって直接観察・整理した報告は、構造の定量的表示へ希望を持たせるもので示唆的である。なお、粒状体のいくつかの学説の比較から土のせん断断面上の応力比とひずみ増分比の関係が、せん断現象の本質を表わすものであろうとの見解が提示された。

粘土の変形・強度に関しては、飽和粘土について構造や応力履歴・圧密条件などの因子が間げき水圧等のせん断特性に及ぼす影響を実験的に調べたものが 4 編、不飽和粘土の間げき水圧・せん断特性の実験報告が 2 編あるが、なかには研究の方向づけが必ずしも十分でないものが見受けられた。そのほか、正規圧密粘土のクリープ特性、切出し試料のヤング係数、過圧密粘土の強度の本質論的考察などが報告され、いずれもせん断試験データの解釈に関して啓発的であった。

地盤の動的性質の分野では、まず振動公害に関して杭打ちによる地盤振動を扱ったもの 3 編と、地中防振壁および爆破振動の軽減法の 2 編があり、後者はただちに実行可能な具体案を示している。また、大阪市の沖積地盤をモデル化し、土の応力-ひずみ関係のひずみ依存性を考慮して地震応答解析を行なった研究は力作であり、その公共的な意義は大きい。

基礎の耐震に関してはケーソンと地盤との境界条件を種々考慮した有限要素法による計算結果と、杭の動的地盤反力係数を解析的に求めた結果が示された。また、地盤中の応力波伝ば問題に関する理論的・実験的な試みが報告された。

土の動的性質に関しては、まず粘性土の減衰特性・飽和土のポアソン比、砂中の音速等については、いずれもある簡単な仮定のもとに計算を行ない、実験値と比較しているが、それぞれ実用に耐える程度により一致をみている。振動時の乾燥砂のせん断強さについての実験報告は、供試体の応力状態が明確でないのが難点である。また、土の動的せん断弾性係数を多くの文献から引出して整理した仕事は資料として貴重である。さて、飽和砂の液状化についてはまざシラスに 9% 程度粘土が混入しておれば液状化が起こらないという実験報告は、従来の判定基準の盲点をついた点で重要である。そのほか、静止土圧状態にある地盤の液状化をシミュレートする試験方法についての報告、Seed の判定基準についての批判などが示された。

以上、多岐にわたる多数の論文をなるべく多く紹介しようとするあまり、大局的な展望を欠いた総括となったことをお詫びする。

有限要素法による解析と測定結果の対比がなされたものが多かった。この方法を土質工学に適用するさいの共通の問題点を抽出し、その解決方法を討議するようになればよいのではなからうか。今回の発表では次のような諸テーマが取扱われた。山腹の斜面安定解析、矢板壁を有する根切、水平荷重を受けた杭のまわりの地盤の変形、場所打ち杭のフーチングの厚さ、単杭のネガティブフリクション、大口径場所打ち杭の軟岩中の挙動、鉛直荷重を受ける単杭の挙動、などである。

杭に関する論文は 22 編の多数にのぼった。これは、杭に対する関心がいかに高いかを示すものであるが、また、未解決の問題が山積していることも物語っているとされる。ますます盛んな研究活動が望まれる。

日本統一土質分類法の案について発表されたが、分類に関する一般の関心は案外薄いように見受けられた。これは非常に重要なことであるからさらに研究されるよう望みたい。試験法・調査法についての発表があったが、これらは分類法と同様、共通の関心事であり興味ぶかいものであった。一応の成果はあげられているが、将来の研究が期待される。

次におのおのの発表の要点を述べる。フィルタイプダムの表のり面の捨石と、波の関係の模型実験が報告された。等方均質な斜面の安定性に及ぼす小段の影響の計算。遠心力装置を用いてロックフィルダムの模型実験が行なわれた。宅造のり面の降雨による侵食の調査報告、砂質盛土に水が浸透したときの盛土先端の支持力の低下とすべり面発生状況の実験。シラス斜面ののり先部のcavingが斜面全体の崩壊をまねくようになるが、その機構の考察実施。地すべり面の現地観察と地すべり圧の存在実証。支持力係数  $N_f$  に関する砂箱での支持力実験。小型載荷板実験の結果、砂地盤の支持力係数は層厚が載荷板幅の2倍以上、極限支持力は5倍以上あれば影響を受けないとの結果を得た。弾性率が深さとともに、指数的に増す有限深さの地盤に載荷した場合の応力と変位の理論解。

シールド工法に伴う沈下防止矢板の挙動に関する模型実験から、矢板を受働領域以深まで根入れするのが有効との結論を得た。鋼管矢板ウエルの群杭効果の模型実験から、群杭にすれば支持力が増すことが判明した。橋脚基礎に鋼管矢板セル型ウエルを適用した実例報告。仮締切を兼用した鋼管矢板井筒基礎工法に関する実験的研究

から実用の見通しを得た。

水平荷重を受ける杭の挙動をマトリックス法で解析。軸力を受ける単杭が非弾性的な地盤の中にある場合の挙動についての解析。地盤の非弾性的性質を考慮した鉛直組杭の解法と模型実験。粘性土地盤中の小型井筒の水平抵抗実験の結果、三軸圧縮試験から求めた横抵抗ばね定数は実測値よりかなり大きい。杭の先端支持力についての模型実験。杭の先端角の差異が支持力に及ぼす影響についての実験と解析。異形杭の載荷試験。  $N=50$  以上の硬い砂層と洪積粘土層において鋼管杭の支持力試験。フリクションカッターが杭の打込みと鉛直支持力に与える影響について試験したが、比較的薄肉(6~7.5 mm)のフリクションカッターを取付けた場合には、鉛直支持力に大きな影響を与えることなく、しかも打込み性の改善に役立つことがわかった。多数の支持杭の載荷試験における沈下特性から、持続荷重による沈下量をとくに重要視する必要を認めた。パルス反射法を用い、比較的浅い地層の断面図を作成する方法。石油探鉱に用いる音波検層を土木地質調査に適用。コイルの相互誘導を利用した Soil Strain Gage と開けき水圧計を用いて模型ならびに三軸圧縮試験サンプル内の応力を測定、解析値と比較した。受圧板のたわみ量を少なくするためシリコンオイルを使用した土中土圧計を製作。

土の締固め試験値とコーン貫入試験値の相関性試験。標準貫入試験におけるロッド長の影響について理論的実験的研究を行ない、ロッド長による補正係数を求めた。液性塑性両限界の同時測定法にフォールコーン法を利用する研究報告。フォールコーン試験における容器の深さの影響についての試験。三軸圧縮試験の供試体の大きさ、せん断速度の強度に及ぼす影響。各種の急速圧密試験結果と標準圧密試験結果との比較検討。

土質調査結果のばらつきと盛土の破壊確率との関係についての解析的研究が2編発表された。

日本の特殊土である関東ローム・マサ土・シラスなどについて次のようなものが発表された。マサ土の斜面崩壊に関する実験、マサ土の風化度と色調の相関性についての実験、乱さないシラス供試体の引張強さに関する含水比の影響、火山灰のねり返しによる強度低下、強制乾燥した関東ロームの試験。土質材料を多相混合体とし構造方程式を用いての理論的研究。三軸圧縮試験機を用いた複合供試体の変形特性試験。砂と粘土の混合物の強度特性試験。礫混じり土の乾燥密度に関する実験、締固めた土の吸水による土性の変化。崩壊性土の膨潤試験。南極大陸の氷床表面の氷の試験について発表された。

筆者の分担は土質改良・トンネル・土圧・施工・透水である。地盤処理工法に関するものは第23回(昭和43年)大会以来過去3年間に於いて毎年8~10編発表されている。本年は10編発表された。これを次の3つに大別し内訳をカッコ内に示す。浅層処理(3), 深層処理(1), 注入工法(6)。浅層処理のうちの2編は添加混合法と称するもので、軟弱土に混和する混合物としてガラス繊維や消石灰を用い、添加剤としてはニグリン系の薬品を用いており、いずれも室内の基礎研究を示している。深層処理の1編は生石灰工法に関するもので、処理後の地盤の強度・変形を現場試験と土質試験から論じている。注入法のうち2編はそれぞれ薬液注入による破碎帯の強度増加とシールドの止水効果を知るための現場試験法を示したもので、また他の2編は薬液注入効果を現場で判定するため、中性子水分計を使用して追跡調査したり、または他の方法で調査する場合の基礎的研究を示した。他の1編は新しい注入薬液の特性を示した研究である。

第22回(昭和42年)以前をふりかえてみると、深層処理法としてサンドドレーン、とくにその効果を調べる研究が多かったが、昨年(昭和45年)の第25回から薬液注入の効果の判定と必要な注入圧、すなわち果たして所定の位置に薬液が入って、しかも内部で薬が固結したかどうかを調べる研究が多くなった。要するに、薬液注入ならびに凍結法の効果判定、深層安定処理としてのサンドドレーン等の効果判定、浅層処理としての添加混合法などの研究は今後も引き続いて行なわれるであろう。また、研究の重点は各種工法が適切に実施されたかを検討するために、それらの効果を現場で追跡調査することに次第に移るように考えられる。

トンネルやシールドに関して第23回以来毎年少なくとも15編が発表されている。そのうち次の3つの分野の研究が多い。① トンネルの覆工土圧、トンネルの空洞開きに伴う周辺地山の応力と変形に関する解析、② トンネルの挙動に関する現地観測、アーチング作用等に関する室内実験、③ シールドの施工法に関する研究。

岩盤中を貫通する巨大トンネルの掘削技術の開発、あるいは都市土木としてのシールド工法の普及によって、今後この分野の研究はますます盛んにならう。トンネルの地質は複雑であり、土圧や応力の算定は地山材料によっておのおの別の方法をとる。従来、完全弾性体として計算してきた岩盤周辺の応力や変形は、現在は有限要素法を用いて不均質な弾性体や弾塑性体あるいは粘弾性体

として求められる。

本年は上記①の分野で3編発表された。その一つは円形トンネルの空洞周辺の応力を特性線から求めたもの、他は岩盤トンネルを均一な弾性体とみなして、地震波による覆工土圧を求めたもの、他は有限要素法で逐次引張応力を解放する方法で弾性解による計算を行ない、引張領域の拡大を空洞の断面形状、土圧係数などのもとで検討したものである。②の実験的研究の1編には、トンネルの支保工外周に作用する土圧を支保工の部材応力の計測値から求めたものが発表された。変位の計測を土圧計測と一緒に行なうと、注入の効果も判明し、さらにトンネルの挙動が明確にならう。③の研究では昨年まで、圧気シールドの空気消費量と漏気対策、シールド工事に伴う地表面の沈下とその対策などについて発表されたものがあつたが、今回も2編中の1編は漏気の調査とその対策であつた。これには地盤の透水、ならびに透気の調査方法が具体的に示されている。さて、市街地の開発に伴い種々の既設地下構造物の上部の土を掘削して、ビルの建設工事が行なわれることが多くなった。そのような今後、起こりうる問題を取扱ったものも発表された。

施工について研究の動向をさぐることはむづかしい。

① 土工機械の刃の摩耗については、同一研究グループから毎年進んだ研究が発表されている。② 施工技術の開発について現場溶接法と圧密促進法が発表された。③ 新技術の導入については本年はなかつた。

透水の分野の発表は少く、毎年平均5~6編である。したがって、定まった傾向を見出しにくい。この研究は① 透水係数、浸透と排水、② アースダム内の浸透流、③ 矢板周辺の浸透流、④ 電氣的相似浸透実験、⑤ 地下水位の変動に分けられる。このうち、本年は①、②、④が各1編、③が2編発表された。

①の研究は透水係数と間げき比、浸透と排水との関係を扱っている。この分野では、透水係数を与えるいくつかの公式の精度と適用上の問題点の検討が研究の目標となっている。今回発表されたものは高塑性粘土では  $k = K_0 \cdot e^3 / (1 + e)$  が成立することを理論と実験から確かめている。②、③は境界値問題に属する。この分野では一般に経過報告的なものが多いが、得た結果は従来の方法と比較検討しなくてはならない。④の研究は特殊な条件下では解けないために、これに頼らざるを得ない。この分野の研究は模型であるがために実用との結びつきがむづかしい。今回発表されたものは実用に接近した立派なものである。⑤の研究は観測データが豊富でないことと計算との対比がむづかしい。

ここで取上げられている分野は、計画論・投資効果・土地利用・都市計画・需要予測・パーソントリップおよび交通事故である。現在、土木計画学の分野において評価・システム化・計量化・需要予測などが課題になっているが、発表のなかにはこれらを内容としたものが多かった。そこで、まずこれらの課題で整理し、その他についてはそのうち報告する。

① 評価の問題は、交通施設・水道施設などの整備、交通機関の運営、建設事業の実施などにおいて取上げられている。どのような評価基準がどのような場合に使用されたかを示してみると次のとおりである。a) 便益費用差最大：2点間の新交通機関の設置，b) 便益費用比最大：国道の建設，c) 経費最小：旅客航空輸送計画，浄水場の整備，ダムと配水網の総合的建設，通勤交通計画，段階的建設，d) 費用節減額最大：鉄道貨物駅の集約，e) 総通勤時間最小：通勤鉄道の路線の選定，f) 総合効果最大：北上川特定地域・筑豊地域の計画。評価の基準としてはほぼ出そろっているが、たとえば旅客航空輸送や自動車輸送の場合のように、運行費用と時間費用との合計を考えると時間費用をどのように換算するか、など、内容として検討の余地のあるものが多い。また必要な資料の入手可能性を考慮のうえ、もっとも適切な評価基準を決めることが大切である。評価の問題は今後多くの事例研究を通じて明確にし、体系化してゆくことが必要である。

② 計画をシステム化するところみがいろいろな立場からなされている。瀬戸内海沿岸地域・南スマトラランポン地区の計画，大規模海洋レクリエーション基地計画などにそれがみられる。また、適切な作業日程と資源利用計画を組合せた施工計画，全体の斉合性を考慮した段階的港湾投資計画，コンテナターミナルの荷役動態のモデル解析，バス輸送の配車計画，高速道路のサービスエリア内の自動車の挙動調査などは、システム化を念頭に取扱われたものである。全体計画とその中味をなす部分計画，いわゆるトータルシステムとサブシステムとを有機的にとらえてシステム化する努力が必要である。

③ 計量化については、とくに住宅選択行動の数量化の試みがいくつかなされている。住居需要調査結果，高

層住宅居住者の現住居に対する評価についてのアンケート，生活環境を構成している要因についてのアンケートなどに対して統計的な処理を行ない，住居選択行動の基礎を与えている。統計的処理手法としてはクラマーのコンティジェンシによる分析，林の数量化理論，重回帰分析などが用いられている。また，住宅立地条件の定量化，土地特性と地価の要素を取入れた評価基準である適地度関数などの提案もなされている。数量で与えられていないものをどうして数量化するかということは，私どもの従来の課題であるが，この問題に取り組む研究者が多くなったことは喜ばしい。今後の発展が大いに期待できる。

④ 需要予測についての発表は比較的少なかった。集中発生交通量を過去のOD調査に基づいて時系列的に予測するもの，物資流動の特性を検討して地域間の貨物輸送需要を予測するもの，潜在需要を考慮して駐車需要を予測するものなどがそれである。この需要予測の問題は計画にたづさわものにとっては重要で，今後いろいろな観点から取り組むことが大切である。

⑤ 土地利用を含めて都市計画に関連して出された報告は，航空写真による土地の分析，商店街の集積と競合の効果，容積率に関係の深い因子，日射エネルギーの面からの日照の検討，都市再開発に関して財政および良好な住環境をつくる面からの検討，区画整理事業についての考察，地価の分析，土地利用の現況を図面の濃度であらわす方法など，多くの問題が取上げられている。これらは，いずれも解決しなければならないもの，あるいは発展を期待されるものである。また，京都の観光交通に関して保全と人間優先の見地からの提案がなされているが，都市内の自動車交通のふくそうする現在，貴重な示唆を与えている。

⑥ パーソントリップについては，その調査方法と精度，徒歩トリップの発生特性，交通機関の分担割合，またパーソントリップのODからカートリップのODを求める方法などについて発表があった。パーソントリップについての歴史は比較的浅く，今後さらにいろいろな面からの調査研究が必要である。

⑦ 交通事故については，事故の発生地と事故当事者の居住地との関係，人口・自動車保有台数・道路面積率・公園学校面積率・交差街路幅員差などと事故との関係などが取上げられている。さらに，自動車についてその利用状況と蛇行状況の調査研究，横断施設の解析が行なわれている。交通事故を含めていわゆる道路公害は今後重要な課題であり，これをどのようにして防ぐかは，われわれに負わされた責務である。

ここで発表された論文は、交通制御に関するもの5編、交通流に関するもの5編、交通網計画に関するもの13編、線形設計に関するもの5編、測量に関するもの5編、舗装に関するもの12編、鉄道に関するもの9編、管理計画その他に関するもの6編、計60編である。

このうち、交通制御・交通流・交通網計画および線形設計は、いずれも道路の交通工学に関する分野に属しており、比較的新しい分野であるが、このように多量の研究成果が寄せられたことは、まことに喜ばしいことであるとともに、最近におけるこの分野の重要性を示すものであるといってもよいであろう。

さて、道路交通の特性は、他の交通機関と違って、その構成要素である自動車が、それぞれ独自の出発点と目的地を持ち、自由な経路と自由な速度で行動することである。しかし、その混雑がはなはだしくなる場合、道路の有効な利用と交通の安全のために、道路交通を制御することが必要となる。

今回交通制御に関して寄せられた論文は、信号機群の最適制御、信号制御における損失などの信号制御に関する研究のほか、高速道路のランプからの流入交通量を予測して、どのランプを抑制すればよいかという問題、バスの運行を制御した場合の乗客の平均待ち時間の研究、さらに、もし交通の発生を抑制することによって渋滞を解消しうるかについての検討を取扱っていた。

次に、交通流としては、登坂部の交通現象を取扱ったもの2編、車線分布に関するもの1編、交通容量に関するもの2編であった。その中に、交通量と走行速度の積を考えた交通動量なる概念が提案されたが、これは交通容量とは別個の、道路稼働量とでも称すべきものである。

交通網計画に属する13編は、主として道路網における交通現象をとらえ、その予測・交通量配分・容量・規制および計画をマクロ的またはミクロ的な立場から研究したものである。

交通工学の研究において、モデルをたて、シミュレートし、電子計算機による解を行なっている研究が少なくない。ただこの場合、どちらかといえば、実際に対するモデルの適合度が明らかにされていないものもないでは

ない。また、シミュレーションに伴う簡略化も避けられないであろう。総じて、実際に対する適用性についての論述が乏しいものもあるように思われた。

なお、これらとは別に、道路延長および街路のエッジの現況に関する研究があったが、道路網形成の開発を別の面からとらえるという意欲は尊いとしても、はたして現状が是認されるものか、現状分析のみである点に疑問を感じざるを得ない。

線形設計に関するものとしては5編あったが、三次元的見地と定量化に関するものが多かった。この方向は一つの進歩であるが、まだ暗中摸索の段階にあるといえよう。今後の進展を待ちたい。

測量に関するもの5編のうち、4編はいずれも測量に関する基本的な精度の問題を研究したもので、これらの地道な研究が、われわれの基本に役立っているものと思われる。自動製図のための新システムを論じた1編については、他の機関においても、いくつか実用されていると思われるので、いま少し、その特長を具体的にプログラムの細部にわたって説明して欲しかった。

舗装に関する発表は12編あって、現場にたづさわっている人々の発表が多かったことが特徴であった。

そのうち、P S舗装版の路盤摩擦による拘束応力と路面のすべり抵抗と自動車の運動の二発表は、発表者の多年にわたる研究の一部をなすもので、いずれも多くの実験の積重ねにささえられ、また実際と理論とがよくマッチしたものといえよう。

また、CBRの問題点である砂質土の現場 CBR と室内との関係についての発表は、この分野の解明に対する手がかりとなろう。その他、アスファルト混合物の性質を土質力学的に解こうという着想、わが国で初めてと思われる大規模な舗装の座屈試験などが興味のある課題であった。

鉄道に関するものとしては、長大吊橋の併用橋に関するもの、高速鉄道に関するもの、噴泥に関するものなど9編であった。これらの研究は、鉄道の将来のために今後とも続けらるべきであろう。

管理計画に関するものとしては、工事計画機械資材の管理、機械稼働の解析等の論文4編が発表された。これらは、いずれも実際応用によって価値を生ずるものであるから、その点の突込み方についての説明が、いまひとつ欲しいように思われた。

その点、トンネルの管理と図書文献の管理に関する2編は、発表者の経験に裏打ちされていた点で、興味をひくものがあったように思われる。

本年度の講演会において発表されたコンクリートおよびアスファルト合材に関する論文は 64 編にのぼり、その内訳はコンクリート関係 47 編、アスファルト合材関係 17 編である。コンクリート関係論文中には 9 編の吉田研究奨励金による研究が含まれている。

まず第一にあげられることは、コンクリートおよびアスファルト合材の基本性状を、複合材料として基礎的に研究する方向づけがなされつつあることである。

コンクリートおよびアスファルト合材においては、従来その体系が主として経験および実用的実験をもととして組立てられてきた。しかし、設計施工方法の進歩と利用面の拡大などから、材料物性に関する新しい基礎研究が要求され、進展しつつある。すなわち、複合材料として、骨格素材・結合素材・混和素材などの構成素材の物理的・化学的性質を基礎的に把握し、各素材間の結合機構や素材の役割を解明し、その基礎の上にたって、これら素材の複合したコンクリートおよびアスファルトの時間的変化、温湿度の変化などに伴う挙動を明らかにするとともに、個々の時点における弾性・塑性・変形・破壊などの力学的挙動を解明し、設計施工などの面により合理的に反映させるとともに、材料の性質の改善に寄与しようとする研究の展開である。このような研究はきわめて地味で、長期間にわたる着実な積上げが必要であり、あえてこれらの研究を展開しておられる方々に敬意を表したい。ただ欧米に比べると、わが国におけるこの分野の研究はまだ緒についたばかりであると考えられる。この分野の研究推進には土木工学だけでなく物理学・化学・鉱物学など、広範囲の専門部門の有機協力がぜひ必要であり、そのための研究機関の設立が強く要望される。

第二に、コンクリートおよびアスファルト合材に対するより高度の要求に対応する新材料の開発および有効利用に関する研究があげられる。

軽量化の要求に基づく人工軽量骨材はすでにコンクリート工事に定着しつつあるが、その基礎性状や設計施工のための研究が着実にすすめられている。人工軽量骨材の吸水特性からくる施工管理の問題や力学的性質からく

る疲労耐久性の問題が提起されているが、有効利用のために実際的な研究の集積が必要であるとともに、骨材自体の品質の改善向上の努力が望まれる。

急速施工の要求に基づくアルミナセメントおよび超早強ポルトランドセメントの有効利用に関する研究、硬練りコンクリート・即時脱型コンクリートなど、製品化をめどとした研究がみられる。コンクリートの急速施工方法にはいろいろの手段があり、これらの方法を有効に組合わせて最も確実に効果をあげるためには、各種方法の本質を理解し、利害得失を総合的に判断することが必要で、そのための研究および工事報告の集積が望まれる。

ひびわれ防止のための膨張材の出現に対応して、その有効利用に関する研究がすすめられている。コンクリートのもつ、一つの大きな欠陥の改善のための努力であるが、広範囲な利用のためにはまだ解明すべき多くの問題が残されており、さらに多くの研究の推進が期待される。

ポリマーセメントモルタル・樹脂・繊維・ゴム等を混和したアスファルト合材等の研究がすすめられ、材料個々のもつ特質を利用した複合材料の開発は、コンクリートおよびアスファルト合材の性能向上のために大いに期待されるものがある。

第三に、利用面の拡大に伴う研究がいくつかみられる。

原子炉容器などを対象とした高温下でのコンクリートの性状や温度サイクルを与えた場合の性状変化に関する研究、液化ガス貯蔵施設を対象とした極低温下のコンクリートの性質に関する研究などである。このような研究を必要とする構造物は、とくに安全性が重視されるものであり、より多面的な総合的な研究の展開が必要と考えられる。

第四に、試験方法・施工管理方法の研究があげられる。材料や施工の成果を評価するための試験方法や管理方法の開発は、新材料新工法の開発、利用面の多角化に伴い、ますますその重要性を増してきている。地味な研究分野であり、対象となるコンクリートおよびアスファルト合材が複雑な構成素材からなる複合材料であるだけに、正しい評価の方法の研究の進展は、コンクリートやアスファルト合材の技術の進歩の一つの鍵であるといえよう。

最後に、施工の安全性、構造物の耐久性に関し、実際につくられた構造物について、構造材料の面でも長年にわたる調査研究がすすめられていることをあげ、着実な努力の集積に対して敬意を表するとともに、継続しての研究成果を期待するものである。

大別してトンネルや沈埋函の施工に関する論文とコンクリート部材の設計や施工に関する論文に分けられる。

前者については、膨張性地山でのトンネル掘削と支保工変形、岩質トンネルの掘進機の使用、吹付けコンクリートによる応力緩和効果、“なだれ”の人工的処理法、潜函内における照明効果についての実験、沈埋函の耐震設計など一般施工として大変興味ある論文が発表されたが、聴講者のやや少なかったのは遺憾である。これらは、当部門以外のところでまとめられればさらに多くの関心を集めたのではないだろうか。セメント・スラグ・水ガラス3成分の注入工法や粘性土を用いたソイルセメント、海砂利用についての研究等も、土木における研究範囲の広さを示すものであるし、東北地方におけるPC構造物の建設現況についてのまとまった報告もよかった。この種の報告は今後の大会開催の地でも行なわれることが望まれる。わが国における最初のケーソン使用についての歴史的考察もおもしろく聞くことができた。

後者については、これを細分すると①フレッシュコンクリートの流動性状、②軽量骨材コンクリートの強度特性等、③太径異形鉄筋の付着や継手、④PCブロック工法やPC合成ばり、⑤はりのせん断やねじり強度、⑥鉄骨鉄筋コンクリート構造の隅角部、⑦その他に分けることができよう。これらの項目それぞれがコンクリート工学において現在もとても興味があり、かつ各国でも精力的な研究が続けられている問題である。

フレッシュコンクリートのレオロジカルな性質については古来から多くの研究がなされながら、その的確な評価方法がないのが実情である。プレーサーやポンプによるコンクリート輸送が多用されるにつれて、フレッシュコンクリートの被輸送性が大きな問題となっている。これの基本的な解決として、セメントペーストないしモルタルの流動特性とコンクリートのそれとの相関性あるいは影響する関係因子についての再検討を行なった研究の発表があったが、今後の進展が期待される。

軽量骨材コンクリートの強度や収縮の乾湿環境依存性の大きいことは、骨材それ自身の吸水性に基因すると思われるが、薬液吸収により吸水性の減少をはかる試みや吸湿に伴う骨材粒の膨張とこれによるコンクリート内部応力の発生を追求した論文等は新しい研究の方向を示すものである。

φ40~50mmの太径鉄筋使用の傾向は各国で高まっているが、このような太径鉄筋においてはコンクリートとのボンド、したがってまた、ひびわれ間隔・ひびわれ

幅、定着長、さらに実際使用にあたってはその継手ないし溶接性についての基本資料が必要となる。わが国でも現在開発がすすめられているφ51mmのSD35級の異形鉄筋について、これらの研究結果が発表されたことは喜ばしい。今後各方面での研究充実が望まれる。

PC関係の論文としては、最近注目をあびているプレキャストブロックカンチレバー方式に関するものと、プレキャストPC部材と現場打ち部材あるいはプレキャスト部材との接合や合成による部材や構造に関する論文の発表もあった。この種研究も今後増加するであろう。

鉄筋コンクリートの破壊強度設計法は各国で採用されつつあるが、はりや版のせん断破壊のメカニズムや強度についての見解は、各国あるいは研究者各人でも必ずしも一致していない。主応力理論に実験的補正を行なうもの、タイドアーチ理論に基づくもの等がその主流とはなっているが、いずれも依然として実験的要因が多すぎるようである。今回もせん断変形や破壊についての理論的考察や軽量コンクリートの場合の実用的なせん断強さの推定、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るが、いま一段の考察と研究の発展を願いたい。

曲げに伴うプラスチックヒンジの生成の程度については、不静定構造の局限設計の成否が関係するのできわめて重要な問題である。これについての論文は1編であったが、今後この方面のいっそうの研究が要望される。

多軸曲げや曲げとねじり等の複合応力を受けるコンクリート部材の強度や変形特性についても、未解決な点が多い。破壊強度設計法の確立のうえからは今後精力的な研究を必要としよう。

ラーメン隅角部の応力分布について、最危険断面の決定と、亀裂発生後における応力分布の変化、補強の方法としてのプレストレスの導入の効果等について、光弾性や模型実験の結果が報告された。これらは実際設計上に有用な参考資料を与えるものである。また鉄骨鉄筋コンクリートについて、その曲げ疲労やラーメン隅角部の設計方法という基礎的なテーマについての報告があった。従来、土木分野ではほとんど研究が行なわれていない鉄骨鉄筋コンクリートという日本独特の構造形態に対し、その土木方面への有用な活用を期待するとともに、研究の充実が望まれる。

その他、アーチ橋、斜角をもつPC下路橋、直結軌道コンクリートや、格子構造のPCフーチングの実設計についての研究報告は、それぞれに今後の有用な参考資料を提供したものである。