The Japanese Geotechnical Society

研究を積み重ねられることを期待する。

総　括

福山大学　芳賀保夫

今回発表された杭の支持力に関する論文は35編であり，その内容は多岐にわたるが，私なりに区分して全体にコメントを加え総括にかえることにしたい。

1）施工に伴う周辺地盤，杭体の変化

杭は地盤の一部を破壊して地中に設置されるものであるので，杭周辺の地盤はもとの地盤と異なったものとなっている。杭自体の性質も施工の前後で異なったものとなっていることが多いと思われる。また杭の設置後の時間の経過と共にその性質が変化して行くことも問題を複雑にしている。

杭周辺地盤，杭体の変化は地盤の性質，地下水位，杭の形状・材料，施工法などによって異なるため，杭に関する論文にはこれらの事項の記述が不可欠となるが，発表論文の中には記述の不十分なものも見られた。

現在のところ杭に関する設計には一般的に施工前の地盤および杭材料の諸定数が用いられており，これが設計上の弱点の一つになっているように思われる。今まではこの弱点を経験則によりカバーして一応事なきを得て来ている。

今後，理論的解析を踏まえて杭の支持力・変形の問題をより明確にするためには，この弱点の克服が必要である。特にFEMのような数値解析においては杭体，杭周辺の状態の変化を取り入れない限り，数値合わせのゲームと化してしまう危険がある。

2）水平耐力

杭の水平耐力には地表付近の地盤，杭体の性質が大きく影響する。このため実測結果の解析に際しては杭頭付近の地盤の性質，特に地盤強度の部分的な変動や施工の影響などを十分に調査しておく必要がある。

また杭上下端の境界条件，例えば杭頭と基礎との結合方法，杭先端の拘束効果なども杭の水平耐力に大きな影響を与える問題である。

杭の水平抵抗を増す方法として斜杭，組杭の活用について一層の検討が望まれる。

3）鉛直支持力，沈下

杭の鉛直支持力，沈下に関しては現場における載荷試験から最も信頼のおけるデーターが得られることに疑問をはさむ余地はないが，結果の解析に際しては1)に述べたように，周辺地盤や杭自体の性質の変化を十分考慮する必要がある。

摩擦杭が見直される傾向から，その沈下や群杭の効果に関する論文が増えている。特に群杭の効果については杭の間隔，本数，地盤の性質のほかに施工法が大きな影響を与えることが示されている。

場所打ち杭の許容支持力の算定に際し，杭頭の沈下量に応じて先端抵抗と周面摩擦抵抗の分担比を変えようという試みが見られる。このためには杭軸力の測定結果と共に施工条件と周辺地盤の攪乱に関するデーターの蓄積が必要であろう。

支持杭に加わる負の摩擦力の問題もまだ完全に解決したわけではない。今後は杭先端のメリ込みに起因する不同沈下が上部構造物に引き起こす障害について実測研究を進めてほしい。

4）施工管理

信頼性の高い杭を施工するには適切な施工管理を行うことが大切である。

打込み杭の過剰打撃を防ぎ，各杭が均一な強さを持つよう打止め管理を行うためには，杭の動的支持力に関する研究を一層進展させる必要がある。動的支持力と静的支持力の比較については施工後の周面摩擦力の回復の効果を無視するわけには行かない。

埋込み杭，場所打ち杭ではフォアマンの技量に頼るだけでなく，科学的な管理方法を開発して併用して行く必要がある。

また，でき上がった杭体の品質検査のためには超音波等による非破壊検査法を開発することが望まれる。

各種非破壊検査法の開発により鉄骨工事における溶接部分の信頼性が著しく高まった例が何よりのお手本となる。

更には技術革新が叫ばれる今日，杭についても新工法，新技術にチャレンジする精神が何よりも必要なのではないかと痛感している。

掘削変形，山留め

一般報告

東京都土木技術研究所　杉本隆男

500　連続地中壁とアンカーによる土留め挙動の計測と予測解析（三品・澤田・富永・中岡）

501　山留め観測施工法の適用事例（洪積地盤）（佐藤・丸岡・幾田・山口）

502　軟岩の大規模掘削における地山安定管理についての一考察（渡辺・古市）

503　土留構造物への信頼性設計の適用（事例報告）（早川・大橋・上原・丹羽・嶋田）

504　拡張カルマンフィルターによる山留め設計パラメーターの推定（その5）—実測データーによる検討—（斉藤・山県・古賀）

505　拡張カルマン・フィルターを援用した山留め側圧の推定（星谷・酒井）

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

506　アースアンカー併用によるソイルセメント壁の曲げ剛性について（窪田・岡部・保井）

507　LNG 地下式貯槽施工時における計測管理（大塚・河原・加藤・加藤木・崎本）

508　LNG 地下式貯槽施工時における連続地中壁の温度応力（市川・鈴木・丹羽・芳賀・平尾・坂本）

509　RC 山留め壁に埋設した鉄筋計の曲げに対する較正実験（桂）

本セッションの発表論文を分類すると，①観測施工，②山留め壁の剛性と温度応力，③設計パラメーターの同定問題，④管理基準値に関するものとなる。

500 は，連続地中壁とアースアンカーによる山留め挙動の観測施工の報告である。アンカー伸び量と壁変形の関係，プレロード時と直後の掘削による鉄筋圧縮応力の比較など，支保工にアースアンカーを用いた特徴を示す貴重な記録が得られており，今後更に詳細な検討を願えると有益である。

501 は，山留め壁の変形が非常に小さい洪積地盤での観測施工例を報告している。予測した側圧と異なる計測値が得られた場合について，掘削途中のブロックサンプリング試料による土質試験結果での実測側圧の検討，切梁温度応力の影響を考慮した実測側圧の検討を行っている。このように，予測値と実測値との相違を施工段階ごとに様々な角度から確認し，それを明示することは，観測施工の発展にとって示唆的である。

503 は，信頼性設計法を計測管理と結びつけたという意味で興味ある報告である。施工区間を２ブロックに分け，先行ブロックでは土質調査データーを使った信頼性設計による断面で計測管理を行って施工し，後続ブロックでは計測管理データーを使った信頼性設計により断面を決定している。なお，後続ブロックの破壊確率が先行ブロックの破壊確率に比べ極端に小さくなった理由として，計測により地下水位が安全側の値であることが確認されたためとの説明がなされた。

507 と **508** は，LNG 地下式貯槽を築造するため，直径約56m，深さ約40mの大規模掘削時の計測管理と，本体側壁コンクリート打設による温度応力についての計測結果が報告されている。**507** ではコンクリート応力に注目して管理値を設定し，予測値，実測値ともに管理値以内であったこと，鉄筋計からコンクリート応力を換算するにはコンクリートのクリープの影響を考慮する必要があることが示されている。**508** は，本体側壁コンクリート打設時の水和熱による温度応力の発生を計測した貴重な現場測定例である。温度応力によりコンクリート応力が塑性域に達する場合には壁剛性の低下を考慮する必要があるとしている。

509 は，連続地中壁の挙動測定において多数使用されている差動トランス型鉄筋計の較正実験を室内で行った数少ない報告である。曲げ試験時の鉄筋計の測定値はストレインゲージの測定値より 1.1 倍程度大きくなることを明らかにしている。この差は実用上問題となる値ではなく，鉄筋の応力度より大きな値を示し山留めの安全管理上問題とならないと結論づけている。今後，鉄筋計の測定値に及ぼすコンクリートのクリープ，乾燥収縮，水和熱などの影響が解明されると有益である。

506 は，H型鋼を芯材とするソイルセメント壁の剛性を，ソイルセメント壁の変形測定値をもとに検討した結果の報告である。結論では，ソイルセメントとH型鋼の付着を考慮した剛性が期待できると述べている。どの程度の壁変形までその結論が成立するかという問題の解決が待ち望まれる。

504 は，傾斜角の測定値から山留め壁の曲げモーメント，側圧，地盤反力係数を推定するために，著者らが提案した方法を適用した結果の報告である。**505** と同様に，逆解析を簡便に行う上で今後の発展が期待される。山留め解析特有の問題であるが，施工段階ごとに境界条件が様々に変化する過程と解析結果の評価が課題となろう。

505 は，**504** と同様な手法を使って，側圧や地盤反力係数を壁変形の計測データーから直接的に同定することを目論んだものである。理論値と本手法による推定値が一致した計算例が紹介されたが，実測例への適用例をふやし，手法を検証されることが望まれる。

502 は，軟岩掘削時の地山の変形モードを定性的に考究し，パターン化された変形モードと見かけのせん断ひずみを結びつけ，管理基準値を提案したものである。討論の中で，図―３の中はらみの事例が多いこと，せん断ひずみが一番大きいのは薄層すべりの事例であったことが説明された。

以上のように，本セッションの発表論文は掘削変形・山留めの観測施工に関するものであった。現場での計測の目的を理論の検証とは別に，現場の安全管理という面でとらえてみると，①仮定条件の変化，②予測あるいは想定した破壊への過程，③予知しえない現象の把握が挙げられよう。こうした観点から本セッションの発表論文をみると，すべて①と②に関するもので，③に該当するものはなかった。

早稲田大学　風間　了

510　大規模根切り工事の実施例（その１，概要と山止め計測結果）（柏木・生川・沢崎・花牟礼・加賀・光成）

511　大規模根切り工事の実施例（その２，土・水圧計測定値の評価）（柏木・生川・加賀・光成・中山・小北）

512　大規模根切り工事の実施例（その３，山止め計測管理）（柏木・生川・花牟礼・加賀・伊勢本・光成）

513　大規模根切り工事の実施例（その４，深さ58mの東京層までの側圧）（光成・伊勢本）

514　偏土圧が作用する山留めの解析例について（その２）（古藤田・風間・小川・加藤・鶴田）

515　京浜地区における山留めについて（秋場・桜木・窪

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

倉）

516　切梁反力計による実測土圧（その3）—シルト層（宮澤）

517　除荷に伴う実測静止側圧の性状（青木・丸岡・幾田）

518　ソイルセメント壁工法における山留め計測結果の報告（今田・木時・光井・中井・花倉）

519　帯水層下の土丹層に作用する側圧の検討（丸山・鳥羽）

このセッションでは，主として，山留め施工時の計測管理・予測510～513，515，518および山留めの設計に関する土圧，水圧513，516，517，519，また設計法514について報告された。510～513は，山留め壁がRC連続壁で，根切り深さ30.8m（11段切梁）の大規模根切り工事に関する報告である。計測管理のために，土圧計，水圧計，傾斜計など約1400の測定器が設置されている。（その1）では工事概要，計測管理システム，測定結果を，（その2）では土圧計による実測側圧を評価する上で問題となる土圧計の設置状況をコンクリート壁に埋めこんだ土圧計と水圧計により検討することを試みている。（その3）では計測管理を行った具体的方法とその結果を示すとともに，これらの結果に基づき予測において不確定要素である地盤のE_s値とN値との関係についても述べている。（その4）では，現在測定結果の少ない深い部分まで（−58mの東京層まで）の側圧がランキン・レザールの主動土圧に間隙水圧を加えた値で評価できることを報告している。515では，京浜地区における根切り深さが約14.5m（4段切梁）の根切り工事について，設計値を実測値と対比することにより，根切りに伴い減少する側圧係数，地盤の変形係数等の性状を追求している。518は，広島デルタ地帯の二層地盤（G.L.～−9m：N=10～20の砂層，−9～−25m：N=2～3のシルト層）で行われた根切り工事（根切り深さ：約14.2m，ソイルセメント壁）についての報告である。壁の変形は層境界で最大13cm，また応力は許容値の90%に達しているが，各根切り段階で次段階の安全性を確認しながら工事を完了させている。以上，計測管理に関連する研究について述べてきたが，今後，これらの結果から，根切り工事の規模，施工方法等に応じた合理的かつ経済的計測管理方法の提案が望まれよう。

主動側の側圧については，上記の513のほかに，切梁軸力の実測値（34例）から統計的に検討した516の報告がある。今回（その3）では，シルト層を対象とし，山留め壁を止水壁および非止水壁に，また地盤をN値が0～2および3～6に分け，支保工深さとの関連において実測側圧および側圧係数を考察している。現在のところ，かなりのばらつきも見られるが，今後のデーターの集積，その処理方法の検討により貴重な資料となることが期待される。517では，山留め壁の上部の地盤を順次掘削した場合の土圧計および水圧計の実測結果に基づき，除荷に伴う静止側圧を定量的に評価することを検討している。掘削に伴う実測側圧は除荷時の鉛直応力度ほど減少しないこと，また根切りによる鉛直応力減少分と間隙水圧減少分の関係は一，二次では等しく，三次では後者の値が前者の値の1/2に近づく等の種々の検討結果を示している。これらより，根切り前の静止側圧は$\sigma_{h0}=K_0(\sigma v_0-u_0)+u_0$〔$K_0$：有効応力下での静止土圧係数，$\sigma v_0$：根切り前の鉛直応力度，$u_0$：間隙水圧〕で評価でき，また除荷時の静止側圧は根切りに伴う間隙水圧の減少に大きく影響されることを指摘している。これらの値は，山留め壁の設計で，特に根切り底以深の側圧の評価に大きく関係する。この種の実測結果も少ないことより今後の研究が期待される。519では，帯水層下の土丹層に作用する側圧と静水圧との関係を，山留め壁の解析結果から検討している。従来，帯水層下の土丹層に作用する側圧は，帯水層の地下水位を水頭とする静水圧分布を示すと言われているのに対して，この現場では静水圧分布より小さいと報告している。またこの原因についても考察しており，今後この種の解析ならびに計測が望まれる。514は，昨年度に引き続き，偏土圧が作用した山留め壁の解析例である。解析は，左右壁の側圧係数が異なる場合について行っているが，昨年度の事例と異なり，偏土圧が山留め壁の変形および応力に与える影響は，根切りが進むほど大きくなり，実測値を良く説明している。また，この性状は，先の518の根切り工事の実測結果にも現れており，同現場の場合にも，右壁近傍の排水溝が存在することにより，偏土圧が作用したと判断される。

金沢大学　太田秀樹

520　ある山留めの挙動とその解析（その1　実測データーの解析）（太田・本多・早川・伊藤）

521　ある山留めの挙動とその解析（その2　有限要素法による山留め解析）（太田・本多・早川・伊藤）

522　ある山留めの挙動とその解析（その3　補助工法の検討）（太田・本多・早川・伊藤）

523　土留め掘削工事（路下連壁）の現場計測（深田・中村・山岡・福永）

524　沖積地盤での根切りに伴う周辺沈下（丸岡・幾田）

525　掘削時の浸透を考慮した地盤変形の有限要素法解析（杉本・佐々木）

526　山留め壁へのプレロード導入技術に関する実験的研究（その1　プレロードの導入方法およびその効果）（秋山・若原・増沢・磯具・堀内）

527　山留め壁へのプレロード導入技術に関する実験的研究（その2　山留め壁挙動のシミュレーション解析）（秋山・若原・増沢・渡辺・森）

528　掘削土圧の再配分に関する実験的研究（川村・西本）

529　土留め壁の変形に寄与しない土中土圧の測定（その1）（坂本・深田）

発表論文を大別すると以下のとおりである。

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

1. 土圧に関する基礎的な研究：528
2. 現場計測に関する研究：523，529
3. 設計法・施工法に関する研究：526，527と520，521，522
4. 多数の事例によるトータルな評価に関する研究：524，525

土圧に関する基礎的な研究は528だけであるが，実験における計測技術が進歩した今日，もう一度やり直すべき室内模型実験がかなりあると思われる。528はその中の一つである土圧の掘削に伴う再配分についての実験的研究である。実測される土圧が単純な主働・受働といった土圧でないことは知られているが，528の実験もそれを確認しており，将来新しい設計法につながってゆくことが期待される。

計測に関する研究は523，529である。523は2段に分かれた土留めを持つ掘削現場を計測している。単純な1枚の土留め壁ではないため理論の適用が難しいケースであるが，計測と解析とから安全性を確認するとともに今後の設計資料として使おうという意図からの研究である。529は薄板構造挿入型土圧計を用いて土留め工事中の土中土圧を計測しようとするものである。土槽を用いたモデル地盤で土圧計挿入に伴う土圧計測値の変化などに対し詳細な検討を加えたあとで，地下鉄現場で土中土圧を計測している。その結果，実際の土中土圧はディープウェル等の施工中の手当により複雑な挙動を示すことが確認されており，残留応力などとの関係で今後の研究に重要な示唆を与えている。

設計法・施工法に関する研究は2組に分けられる。526，527は山留め壁へのプレロードの導入に関連している一連の研究であり，均一なプレロードを与えるための工夫とその効果が示されている。地下鉄工事現場において注意深い現場実験をとり行い詳細な計測を行ったのちに，弾塑性法を拡張した解析法を用いて，現場実験のシミュレーションを行っている。解析結果は満足すべきもので実用上十分な適合性をもつものであることが示されている。このような資料をもとに設計法の確立，設計から施工への総合的なシステムの開発が意図されており，今後の研究が楽しみである。520，521，522はポンプ場工事に伴う開削に関するもので，現場計測データーの整理法について精度の面から詳細な理論的検討を加えたのち弾塑性FEMで解析している。解析結果は計測結果とほぼ一致しているが，そのほかに土留め壁および周辺地盤の力学挙動について従来見過されていたメカニズムが明らかとなっている。そのような成果を利用して，山留め掘削に通常用いられる各種の補助工法の効果について新たな知見が示されている。施工法が製品の最終品質を左右する土留め掘削のような工事では，設計と施工とは別々のものであり得ないため，526，527の研究とともに，将来の発展が期待される。

多数の事例をトータルなかたちで評価する研究は524，525である。524の研究は沖積地盤での根切り工事の実績から土留め壁変位と周辺地盤の沈下との関係を見い出している。土留め壁の変位は設計段階でかなりの精度で予測可能とされているから，結局周辺地盤の沈下も予測可能になる。実務上重要な知見であるとともに，山留め掘削のメカニズムを明らかにしていくうえでも重要な資料である。今後，更に複雑な条件下での実績の紹介が望まれる。525の研究は掘削時の地下水の動きを考慮したFEM解析をとり行ったものである。その結果，従来から知られている掘削係数と最大沈下量の関係が解析的に証明されるかたちとなり，今後の設計資料としての信頼性が増すことになった。今後更に多様な条件下での解析と実績との対比により，貴重な設計資料になってゆくものと期待される。

(株)熊谷組　平井利一

530　大規模二重締切りの設計法に関する研究（その1　二重締切りの平面挙動に注目した解析法の提案）（星野・市川・大田・岸）

531　大規模二重締切りの設計法に関する研究（その2　二重締切り平面挙動解析法の適用性）（星野・庄司・花方・鴇・吉本）

532　大規模二重締切りの設計法に関する研究（その3　地盤改良率決定手法に関する考察）（市川・庄司・石崎・藤井・大田）

533　風化軟岩地盤における立て坑の挙動（長谷川・川上・生木・浜野）

534　軟弱地盤における深部立坑の計測結果について（阿部・田中・狭間）

535　根入れ部を地盤改良した山留め壁の挙動について（西野・加藤・森谷）

536　土留め工事における掘削側地盤の改良例（長谷川・村上・臼井・近久）

537　生石灰杭による地盤改良効果（牧・幾田・丸岡・山下・青木・高村）

538　ソイルミキシング地中連続壁の性状—ソイルセメントの強度特性—（秋場・桜木・窪倉）

発表に先だち，光成副座長が論文9編を対象構造物，山留め壁と地盤の種類ならびにモデル化に関し分類した表を示し，それに沿って二重締切に関するもの3編，山留めの挙動に関するもの5編，その他1編に大別したのち，各論文のポイントを紹介した。

各論文発表の概要を述べる。530～532は，自立型二重締切の新しい解析法に関する一連の研究である。530で提案された解析法は，二重締切を各種の抵抗ばねで支えられた二次元骨組構造モデルとし，これによって二重締切の変位や応力を求め，その結果を評価して部材の設計を行うもので，531ではこの提案手法による計算結果と挙動観測結果とを比較し，部材の変形や腹起こしの塑性変形の状況などから判断して，このモデルに妥当性があると述べている。532では，二重締切の底部周辺地盤の改良を計画する

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

際に，この手法を適用して地盤改良率を決定した事例を示している。以上の報告はそれぞれ一つの事例から検討考察したものであるが，今後は，更に多くの事例によって検証し，適用条件や適用限界を明らかにすることが望まれる。

533，534は，深い掘削における山留め挙動に関する研究である。533は，風化軟岩層における土圧や山留めの挙動について計測結果と解析結果を比較研究したもので，観測結果では床付け終了後4か月間山留め壁のはらみ出しが続き，その原因として深部切梁（アースアンカー）のリラクゼーションと岩盤の粘弾性，粘塑性的変化が考えられると考察している。534は，軟弱地盤での地下連続壁による立坑の挙動計測の報告で，結論として軟弱地盤での深い山留め計画では，剛性の高い地下連続壁といえども変形抑制に対する配慮，ひび割れによる剛性低下の考慮などが必要であると述べている。

535～537の3編は，山留め工法の補助工法としての地盤改良をテーマとしている。535は，シールド立坑の根入れ部を地盤改良した場合の山留め壁の挙動を計測した報告で，掘削に伴う側圧分布や側圧係数の測定結果のほか，山留め壁の最大変形が6mmと非常に小さく抑えられたこと，根切り底位置で山留め壁のモーメントが固定端モーメントに近い値であったことなど，地盤改良の効果や影響について述べられた。536は，山留めの掘削側をソイルセメント柱列で地盤改良した工事において，改良体の物性試験と水平載荷試験を行った結果の報告である。今回の報告は，改良体の物性値およびそれらの相関等の報告に留まっているが，この工事では柱列を平面的に格子状に配列したユニークなもので，この方法が山留めの挙動にどのような効果があったか，興味のあるところである。今後の報告に期待したい。537は，山留め工事において生石灰杭で軟弱粘性土地盤を強化した場合の強度特性，変形特性に関する研究で，特に生石灰杭と改良地盤を含めた複合地盤としての特性を検討しているところに特徴がある。本研究では，室内土質試験と平板載荷試験によって原地盤と改良地盤を比較検討することにより，せん断強さの増加量，改良地盤の強度と変形係数の関係，鉛直・水平方向の異方性等に関し，興味ある結果が得られている。また，改良した地盤と原地盤での山留め壁変位実測結果から，複合地盤としての変形特性は改良地盤の変形に大きく依存していると結論している。山留めの補助工法として地盤改良を併用することは近年増えつつあるが，その効果や信頼性等に関する報告はまだ多いとはいえない。こうした研究は現場での山留め計画に直接関連したものとして貴重である。

538は，沖積層で施工したソイルセメント山留め壁の強度特性に関するもので，施工条件が異なる5つの現場で得られたデーターによって，採取深度，セメント混入量，土質の粒径等の施工要因ごとに一軸圧縮強度との直線回帰分析を行ったものである。

発表終了後，質疑と討論により次の事項が追加説明された。530では，クリープを考慮した解析法の具体的方法とコーナー部で壁にねじれが生ずることへの配慮に対する見解，533では，風化岩での側圧係数が意外に大きかったことに対する見解，536では，今後行う改良効果の検討方法について，537では，生石灰杭施工時の壁変形，山留め壁の変位計算時の側圧のとり方，改良していない地盤の山留め壁変位の計算値等であった。

発表された論文は，いずれも目的が設計や施工管理など実務に結びついたものばかりで，しかも解析法の提案や山留めに伴う地盤改良など新しい問題を含む貴重なものが多かった。しかし，これらが真に有効なものとなるには，まだ多くの検証や事例の積重ねを必要とする研究でもあり，そうした意味でこの分野の今後の報告に期待が持たれる。

総　括

北海学園大学　坂上孝幸

このセッションは，昨年の第20回土質工学研究発表会から，「掘削変形」に代わり「掘削変形，山留め」として位置づけられたもので，その内容は，土木の「掘削，土留め・締切り」，建築の「根切り，山留め」の概念に相当する分野と考えてよい。本年このセッションには，この部門がおかれてから2番目に多い39編の論文が発表された。今日，都市土木をはじめとして，いろいろな形で地下の活用が開発の大きなテーマとなっており，しかも，山留め工事に対して，安全性と経済性とを配慮した合理的な設計・施工が求められているとき，このように関心が高いということは喜ばしいことである。

「掘削変形，山留め」の対象となる分野は，実際の工事と密接な関係があり，その上，その工事の進行に伴い種々状態が変化するという特性をはじめ，不確定要素を含んだ形で地盤条件，施工条件など多くの要因に影響され，言わば，土質工学上のあらゆる問題を含んでいるといえる領域である。したがって，研究の対象も基本的なものから実際的なものまで広範囲にわたり，そのなかでも主な問題点は次のようなものがあげられる。すなわち，山留め壁に作用する側圧（土圧・水圧の大きさと分布），山留め壁および山留め架構の種類・構造と安定性（変形，強度，締切り効果），掘削底面の安定性（ヒービング，ボイリング），掘削に伴う周辺の環境問題（地盤や構造物の沈下・傾斜，地下水位の変化）ならびに設計・施工法（各種設計・施工法，情報化設計・施工システムの適用）などである。

現在まで多年にわたって得られた数多くの貴重な研究成果から，現場の実状に適合する工法として，連続地中壁工法，アースアンカー工法ならびにプレロード工法などが一般化され，また，計測技術の向上と普及によって，各種の現場計測に基づいた多くの実測例も蓄積されて定量的な把握も可能になった。その結果，土木学会・建築学会をはじ

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

め国鉄などの各関係機関では，それぞれの現場の実状に応じた「山留めの設計」に関する規準・指針などを作成し実用化するに至った。しかし，これらは適用範囲が制限され，その内容も必ずしも統一されたものではないので，実態の解明を要する点が多く残されているといえる。したがって，最近でも現場計測を主体とした研究が多く，実測例の紹介を中心とした結果から，設計資料，設計法の検証ならびに測定そのもののあり方などに有意義なデーターが多く得られ，また計測管理の面では，各種の解析手法やシミュレーションの適合性をはじめとして，その有効性が認められるようになった。

本年発表された論文は，現場計測に基づいたものが多く例年と同じような傾向を示しているといえる。すなわち，現場計測による情報化施工，外力としての側圧の基本的な考え方とその実態，各種山留め壁の構造と特性，各特性値間の相関性，安全に対する管理基準，締切りや立坑なども含めた山留め壁に対する現場条件に即した設計法ならびに腹起こしプレロード工法にみられるような合理性を追求した施工法など，基本的なものから実際的なものまで広範囲に及んでいる。しかし一方では，新しく研究のテーマとなったものを含み，今後の課題としての問題点も多く指摘されているのが現状である。これらを具体的にあげれば，地下水位の変動に伴う側圧（土圧・水圧）の実態の把握，情報化設計・施工システムの適用にあたっての土と施工過程の適確な性状把握に基づいたモデル化と解析手法の確立，工事の種類・規模に応じた有効適切な計測管理法の確立，実状に即した諸条件（複雑な現場の幾何学的条件や地盤改良）に対応する合理的な設計・施工法の確立などである。

「掘削変形，山留め」の対象となる分野は，前述のとおり，実際の工事と密接に関係し，しかも不確定要素を含む多くの要因に影響される。したがってその問題点の検討にあたっては，影響する度合から判断して重要度の高いものから，問題点そのものと，その問題点をとり囲む周辺問題とのバランスを配慮して，実態の解明が急がれるところである。このバランスの問題は，現場にあって常に全体をみながら工事を進める立場にある現場技術者にとっては一層重要なことであり，適確な判断と細心の配慮で事故のないように工事を進めなければならない。

終りに臨み，このセッションが，今後とも地下の活用と工事に伴う周辺の環境問題という社会的にも大きな関心事であることを認識し，調査・設計・施工の各過程のフィードバックからのデーターの蓄積を図り，近い将来に安全性と経済性とを配慮した合理的な設計・施工が，実態の解明による統一見解の下で実施されることを願って総括とするものである。

土圧，アンカー，泥水

一般報告

日本大学　巻内勝彦

539　遠心載荷装置を用いた砂の主働土圧実験（篠原・藤田・斉藤・木村）

540　粘性土地盤の受働破壊に関する土槽実験（杉本・佐々木）

541　平面ひずみ受働土圧状態の密詰め砂に生ずるすべり面（その２）（小林・湯浅）

542　擁壁の土圧分布とすべり面形状に関する一考察（嶋津）

543　円形土留め壁に作用する土圧に関する一考察（土屋・平尾）

544　履帯の排土抵抗特性について（杉山・近藤・田中・佐藤）

545　前壁に織布を用いた多数アンカー式擁壁の施工（福岡・今村・幸村・森田・笹）

546　前壁に織布を用いた多数アンカー式擁壁の解体実験（福岡・今村・森田・三沢・西）

547　多数アンカー式擁壁の前壁に用いた織布の研究（福岡・今村・西村・森田・庄司）

548　不織布系ジオテキスタイルで補強した軟弱地盤の盛土荷重による変形について（廣岡・木村・斉藤・太田）

549　ポリマーグリッドによる補強土擁壁実験工事（福田・小林（秀）・永田・丸山・小林（是）・守畠・山内）

550　不織布系ジオテキスタイルの排水性が基礎地盤の安定性に及ぼす効果について（小泉・斉藤・木村・太田）

土圧・変形の問題は古くて新しいテーマといえる。当セッションでは壁面土圧の模型実験：４編：**539**，**540**，**541**，**544**，特殊な土圧解析法の提案：２編：**542**，**543**，アンカー式壁体の実物大実験：４編：**545**，**546**，**547**，**549**およびジオテキスタイル補強による基礎地盤安定性に関する模型実験：２編：**548**，**550**が報告された。

539は，砂地盤の主働土圧と変形の関係を，遠心力載荷装置を用いて調べたもので，小型模型の難点であった計測精度の向上に成功している。遠心力増加に伴って土圧係数が増大する実験結果を得ていて，その理由は，地盤内拘束圧増大に起因するせん断抵抗角ϕ'の減少と推論している。このことは，遠心力模型においては，土圧係数（ϕ'または間隙比）と壁高（土被り厚）を独立に制御できないことを意味し，試料粒径とともに，遠心負荷方式の超小型模型の場合，今後顕在化する問題の一つといえよう。

540は，粘性土地盤について，模型土槽を用い下端中心回転の場合の壁面・土中土圧，変形を観測し，変位分布に

NII-Electronic Library Service