

昭和57年度土質工学会賞の選考経過と授賞理由について

前土質工学会副会長

ふじ 藤 田 圭 一

昭和57年度土質工学会副会長および表彰委員会委員長として、第17回に当たる土質工学会賞の選考経過ならびに授賞理由を報告いたします。

表彰委員会は、昭和57年6月28日に開催された理事会の承認を得て委員長のほか17名の委員をもって発足しました。

表彰委員会委員長は、内規により副会長の互選とし、また、委員は前年度の委員のうち約半数の方に留任を願い、新委員には各職域、分野、地域の適任者をお願いしました。

昭和57年7月27日に第1回表彰委員会を開き、昭和57年度学会賞候補の募集要項などについて検討を行い、前年度募集要件の一部を改め、これを昭和57年度募集要項（案）として9月27日の理事会で承認を受けました。なおこの募集要項について「土と基礎」9～12月号に4回にわたり掲載されました。

土質工学会賞候補の募集方法については、前年度同様強力に各方面に推薦方の依頼をすることになり、この方針に沿って関係各機関長などにあて推薦依頼書を発送しました。

昭和58年1月14日の推薦締切り期限までに技術賞候補4件、論文賞候補6件、奨励賞候補1件の計11件が推薦されました。1月20日に開催された幹事会で募集要項に照らして検討した結果、これら11件は応募要件を満たすと判断されました。

昭和58年1月27日の第2回委員会では幹事会報告が承認され、学会賞候補1件当たり4名の審査員と2名の担当委員が選定されました。審査員には専門的な内容の審査を依頼すべく各候補の推薦書および参考資料が直ちに発送されました。表彰委員会内の担当委員は審査員からの審査意見書を取りまとめる役目ですが、同時に各候補の推薦書と参考資料を点検し始めました。

昭和58年3月22日の第3回表彰委員会では上述の各資料を参考に、慎重審議の結果、技術賞2件、論文賞2件、奨励賞1件を学会賞候補として選び、理事会に答申することを決定しました。

昭和58年3月28日の理事会では表彰委員会からの答申が審議され、答申どおり、合計5件の授賞が決定されました。

以上5件の学会賞の表彰は、昭和58年5月20日の通常総会において行われました。

受賞された各業績はいずれも優秀なもので、土質工学における技術あるいは学術の進展に著しい貢献をしたと認められたものであります。以下に授賞理由の要点を述べます。

技 術 賞

「Corrosion of Steel Piles Driven in Soil Deposits」
Soils and Foundations Vol. 22, No. 3 (1982)

正会員 大崎 順彦

鋼杭の腐食は、鋼杭基礎を計画・設計するに当たって重要な問題であり、また鋼杭そのものの実用性を制する本質的な問題であるにもかかわらず、いまだ未解決な点が多かった。受賞者は、実物に近い寸法の腐食試験用鋼杭を、実際の地盤中に長期間設置しておいて、腐食状況の観察と腐食率の実測を行うとともに、鋼杭の腐食に影響する諸要因とその程度を明らかにした。

研究の方法としては、地盤の状況はできるだけ異なる多数の地点を選び、試験の方法はできるだけ統一したものとするを目的として、全国で10地点に、詳細な地盤調査を行った上で、合計126本、延べ長さ1962mの試験杭を設置した。これらの試験杭は、打込み後ほぼ2年、5年および10年目に、それぞれ設置本数の1/3ずつを引き抜いて、腐食状況の観察と腐食による厚み減少量の測定を行っている。

これらの結果から、(1)地盤中に打ち込まれた鋼杭の腐食は、土質に関係なく一般に極めて少なく、ごく地表面に近い部分を除けば、打込み後10年を経過しても外観的にはほとんど打込み時のままの状態のものが多く、(2)10年間にわたる年間両面腐食率の平均値は約0.01 mm/yearであり、また(3)鋼管杭内面の腐食率は、ほぼ外面と等しい値であること、(4)腐食率は土質、地表面からの深さ、地下水の性状などとほとんど関係がないこと、(5)鋼材の材質によってもあまり差がないこと、(6)溶接・冷間加工・地中電流の影響も少なく、(7)電気防食や塗装による防食効果はあまり期待できないことなどが判明している。

以上のように、本業績は、世界にも例をみない計画的で大がかりな試験研究を、長年月にわたって粘り強く実施したもので、鋼杭の設計上有用な諸結果を得ていることなど土質工学の技術の進展に顕著な貢献をしたと考えられ、本学会の技術賞に値すると認められたものである。

技 術 賞

「成田新幹線堀之内ほか3トンネルの設計、施工（土かぶりの小さい未固結地山における NATM）」

第27回土質工学シンポジウム発表論文集（1982）ほか

特別会員 日本鉄道建設公団（代表者 横山 章）

堀之内トンネルほか3トンネルは、土かぶり が 小 さ く（10m以下）、地質的にも N 値=10~30、 $c=0.25\text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi=30^\circ$ 程度の未固結洪積砂層を貫く新幹線複線断面の鉄道トンネルである。このような条件では、従来ならば開削、あるいはシールド工法等のいわゆる都市トンネル工法が用いられてきたが、成田新幹線では、施工上の便宜が大きくかつ経済性にも優れた NATM による山岳工法が用いられた。計画、設計、施工の各段階において、各種の工夫を行い、独特の管理を行うなどして、工事の機動性、安全性、経済性などの面で画期的な成果が得られている。

すなわち、支保としては125Hによる上半部鋼アーチ支保工と厚20cmの吹付けコンクリート、6~12本のロックボルトを用い、施工中の計測により増減して、工事量の最小化を果たしている。掘削は2段ベンチ、リングカット方式を標準とし、砂層の緩い箇所やゆうすい（湧水）により崩落のおそれのあるところでは、切羽吹付けや先打ちロックボルトを用い、リングカットも最大12分割して施工するなどの工夫を凝らしている。

このような軟弱土質条件下での安全かつ合理的な施工のため、切羽前方の地山の変形を地上ならびに地中の変位計により常時詳細に把握した。土かぶりの小さいトンネルの直上の地山を縦断的に一つのはり部材と見なし、地表沈下をこのはりのたわみ量と考えたときに、地山内に発生する平均的なせん断応力状態を示す指数 Q' を設定し、これを管理目標値として施工管理を行う方法を創案し、これによって安全に掘削を進めている。また支保部材内の応力、支保と地山との境界応力等を実測して、吹付けコンクリートや先打ちロックボルトの効果を確認し、二次覆工厚は在来単線トンネル並の35cmで十分であることを確かめている。

これらの設計、施工ならびに管理によって、地表沈下は15~65mmと小さな量に止め得るとともに、工事費節減が達成されたと考えられる。

これらの成果は、この種の土砂トンネルに対する山岳トンネル工法の適用に新機軸を拓いたものであり、今後増大の予想される同種条件の都市付近のトンネル工事に良き先例となり得るものと考えられ、かつ土質工学の技術の進展に顕著な貢献をしたと考えられるので、本学会の技術賞に値すると認められたものである。

論文賞

「The Influence of Disturbance due to Sample Preparation on the Undrained Strength of Saturated Cohesive Soil」Soils and Foundations Vol. 22, No. 4 (1982)

正会員 木村 孟

近年の構造物の大型化ならびに建設事業を取り巻く経済的環境の厳しさのために、我が国の基礎地盤の大半を構成

する粘性土の原位置強度を高い精度で知ることの必要がとみに増大している。このため最近ベーン試験等の原位置せん断試験法が注目されこれに関する研究が数々行われているが、せん断試験の主流は依然として三軸試験等の室内試験にあると言って過言ではない。

室内試験で得られるせん断強度は供試体が種々の乱れを受け原地盤で有していた有効応力の一部を失うため、原位置での強度より低いのが普通である。受賞者はこの問題に着目し、塑性指数の異なる二種の飽和粘性土について、試料押抜きから室内せん断試験供試体作成時までに試料が受ける乱れの程度を実験的に調べるとともに、その乱れが非排水せん断強度にどのように影響するかについて詳細な研究を行っている。

使用した粘土は塑性指数50と30の川崎粘土であり、これを圧密槽で K_0 圧密する。圧密後の試料押抜きからトリミングを経て三軸あるいは一軸試験装置に供試体を据えつけるまでの負の間隙水圧変化すなわち有効応力変化を K_0 圧密時に埋設しておいた小型の間隙水圧計によって測定することに成功している。その結果圧密圧力除去直後の負の間隙水圧は弾性理論値にほぼ近い値となること、圧密槽よりの押抜きの際に特に有効応力の減少が著しいこと、かなり激しい衝撃が加えられるにもかかわらずトリミング時の有効応力の減少はさほどでないことを明らかにし、有効応力の減少は砂分の多い粘土でより顕著であることを定量的に示している。

また供試体の残留有効応力は塑性指数50、30の粘性土に対しそれぞれ圧密終了時の値の約30%、20%であることを見いだしている。室内せん断試験で得られた非排水強度は原位置強度の最もよい推定値であると考えられる理想試料の強度に比し、塑性指数50、30の粘性土に対しそれぞれ約15%、30%減少することを示している。乱れを受けた試料は理想試料を膨潤させて過圧密状態にした試料と類似の応力経路を示すが、非排水せん断強度は膨潤過圧密試料より塑性指数50、30の粘性土につきそれぞれ10%、15%低くなることを明らかにしている。

以上のように、本業績は、室内せん断試験強度に及ぼす乱れの影響を定量的にとらえ、比較的簡単な室内せん断試験結果より原位置強度を精度良く推定するための有用な知見を与えた点で土質工学上寄与するところ大であり、本学会の論文賞に値すると認められたものである。

論文賞

「『年代効果を受けた粘土の有効応力による強度定数、 c' 、 ϕ' の決定とその短期安定問題への適用』についての研究」Soils and Foundations Vol. 22, No. 3 (1982)

正会員 半沢 秀郎

実際の粘土地盤は、二次圧密、化学的結合作用、乾燥応力などの複雑な作用—年代効果作用—を受けていることが

学会活動から

多い。この作用によりある種の付加強度が形成されるため、実際の粘土地盤は現在に至るまで上載圧の除去を受けたことがなくとも過圧密状態にある。このような粘土は、正規圧密 aged 粘土と呼ばれる。

受賞者は、正規圧密 aged 粘土の非排水強度について基礎的考察を加えるとともに、有効応力による非排水せん断強度定数、 c' 、 ϕ' の新しい決定法を提案し、更に、その短期安定問題への適用結果について次のように検討を加えた。

- (1) 正規圧密 aged 粘土の非排水強度について、全応力、有効応力の二つの考え方による基礎的考察
- (2) 上記の考察に基づく有効応力による非排水せん断強度定数、 c' 、 ϕ' の新しい決定法
- (3) 破壊またはそれに近い状態で施工された五つの盛土の有効応力法による安定解析結果と全応力法による結果との比較
- (4) 盛土下において実測された間隙水圧と推定間隙水圧との比較

本論文では、正規圧密 aged 粘土のせん断強度は、①有効土かぶり圧のもとでの圧密により形成された強度と②年代効果により形成された強度、の二者によって構成されている。土のせん断強度を有効応力の関数として考えれば、年代効果により形成された強度は、この作用により粘土内に形成された構造と等価な有効応力の関数として評価することが可能となる。このような考え方に立ち、正規圧密 aged 粘土の非排水強度について、全応力、有効応力の二つの考え方により基礎的考察が示されている。この検討より、正規圧密 aged 粘土の c' 、 ϕ' の持つ意味が明確にされ、 c' 、 ϕ' の新しい決定法が提案されている。その結果、正規圧密 aged 粘土の c' は、有効土かぶり圧と過圧密比を用いることにより、正規化できることが示されている。

ある正規圧密 aged 粘土上に破壊またはそれに近い状態で五つの盛土を施工した。本論文で提案された方法で求めた c' 、 ϕ' を用いて行った有効応力法による安定解析結果が、①五つの盛土の現場での挙動、②全応力方法による安定解析結果との比較、③推定すべり面と実測すべり面との比較、④有効応力解析法の問題点、も含めて報告されている。更に、ある盛土下における実測および推定間隙水圧の比較がなされており、間隙水圧を推定するに際し、ひずみ速度の影響を考慮する重要性が示されている。

これらの年代効果を受けた粘土の特性についての基本的考察とその実際問題への適用結果は高く評価することができ、土質工学の進展に寄与するところ大であり、本学会の論文賞に値すると認められたものである。

奨励賞

「三次元応力下の土の構成関係と地盤の変形解析への適用」Proc. 10th ICSMFE Vol. 2 (1981) ほか

正会員 中井 照夫

地盤や土構造物の応力・変形解析を行うに際して、土の変形・強度特性を普遍的に説明できる一般性のある土の構成関係式を規定することが重要となる。受賞者は三次元応力下の砂や粘土の力学挙動を定量的に評価し得る構成関係式を提案すると共に、実際の地盤の有限要素解析への適用を試みている。

「Deformation of Soils in Three-Dimensional Stresses」では、土は本来粒子間のすべりという離散系の運動に支配される粒状性材料であるとの認識から空間滑動面とそれに基づくひずみ増分量の概念を導入することにより、せん断時の応力・ひずみ関係式を誘導した。そしてこの関係式が三主応力下の土のせん断挙動を矛盾なく説明できることを砂や粘土の三軸圧縮・三軸伸張・多軸試験により検証した。

「Analyses of Soil-Footing and Soil-Wall Interaction」では、異方圧密中の土のダイレイタンス特性がせん断時のそれと類似していることに着目し、圧密時の応力・ひずみ関係式を規定するとともに、上述のせん断時の応力・ひずみ関係式や弾性時の応力・ひずみ関係式と組み合わせ、一般応力条件下の土の構成関係式を導いた。次に、この関係式を用いて支持力問題や土圧問題の有限要素解析を行い、その解析結果が従来より経験的にいわれている地盤の変形挙動や破壊機構をよく説明することを示した。特に、すべり線と考えられる領域に沿って地盤の安全率が低下することを明らかにし、従来別々に考えられていた有限要素法による変形解析と剛塑性論による安定解析の接点を見いだした。

「Finite Element Analysis of Soil Foundation below an Embankment」では、盛土基礎の変形予測に関する問題を扱い、盛土の築造過程と間隙水圧の消散過程を考慮した解析を行った。そしてこの手法を実際の盛土試験に適用した結果、地盤の沈下量や側方流動量がよい精度で予測できることが示された。

「土質材料の新たな力学量と弾塑性理論への適用」では、空間滑動面とそれに基づくひずみ増分量の概念の考察から三次元応力下の土の力学挙動を統一的に説明し得る力学量としてテンソル量 t_{ij} を提案した。そして、この力学量 t_{ij} を用いれば三軸圧縮条件下だけで検証されている連続体理論に基づく種々の構成式を容易に三次元応力下の妥当な関係式に拡張できることを、Cam-Clay Model (カム・クレイモデル) への適用例で示した。

以上のように、本研究は、一般的な応力条件下にある土の変形・強度特性を統一的に説明できる構成関係式を独創的な手法を用いて開発し、その妥当性を実験で確かめ、更に地盤や土構造物の応力・変形解析に適用したものであり、今後、土質工学の分野で顕著な貢献が期待されるところから、本学会の奨励賞に値すると認められたものである。

(原稿受理 1983.6.20)