

産業地質について

尾原 信彦

産業地質という聞きなれない名称の研究グループが地質調査所内にあって 研究活動を行なっているが その本質が一体何であるかが明確でないとの声があったので 一文を草して その解説を行なうことにしたい。そこでこの言葉の意味として 今のところ「産業施設に関する土木地質調査研究の略称である」と規定してみると誰でもな一層のほどと合点がいくはずであり 一ぱい喰わされたよということになる。なお Researches of the Civil Engineering Geology inevitable to the Installation and Conservation of Factory Equipments and Production Facilities. と英訳してみると 内容がなお一層明白となろう。他方活動しているグループ員の方では 従前より大いにまじめに任務遂行に当っており 特殊の限定された調査対象に対し それぞれの要望に応えようと 種々工夫をこらしながら 一步一步基礎固めをなしつつ 地道な研究の積み重ねに専念している現状である。

ところで産業施設という概念には

- 1) 単に原料を加工して 消費材に転換する施設としての 大小各種の工場のほかに
- ロ) 水力・重油・石炭・放射性元素などをエネルギーに転換する発電所 それに関連するダム(ただし水力の場合のみ)
- ハ) 生産工場または工業地区のためにもつばら利用される産業道路
- ニ) 貨物船・タンカーなどを工場に横着させて 原料・製品の出し入れに便利な特殊機能を備えた工業港など

も産業施設の部類の中に入れられるはずである。しかもこれらの諸施設は いずれも半永久的な大規模建造物が多く ぼう大な資本投下によって完成されるものであり 建設当初のわずかの見込み違いでも 莫大な損失を長期にわたり被る程のものであるから 建設および保守の双方において 地盤・地質のきびしい検討と設計の精密さが要請されている。したがって地質家の立場に立てば これらの建設工事に先立っては 経費節減・安全操業の建て前から その用地(site)について 事前になんらかの形において地盤を綿密に調査することが きわめて妥当である。これらの建設と保守に適用される地質調査は 土木地質 なる分野に属することは自明の理である。そこでこのような意味での産業地質は どのような具体的な対象を どんな風に取り扱うかを 常識的に建設段階と保守段階とに別けて述べてみよう。

I 建設段階における調査研究

I-1 建設に先行して行なわれる地質調査の内容

工業用地または **工業地区** を対象とした場合には 比較的浅いボーリングによって 次のようなことを明かにする。すなわち土質を精密に検討し 地盤の地耐力がどの位であるかを測定し その結果安定した支持層が地表から何mの深度にあるかを知り また施設の種類によっては 許容される条件は千差万別であるから それぞれの条件の下では どのような基礎工法が合理的でかつ経済的であるかを明かにするにある。さて対象地内における地盤の強度の分布およびその深浅状態の複雑さが判明したならば 装置・機械・建屋などの配置 または工場種別の敷地割付(lay out)をどのように考慮または修正すれば 整然として且つ効果的な生産活動を実現できるか また特定の個所に **超軟弱地盤** が潜在することが判ったために 当初の青写真に示されたレイアウトからかなりかけ離れた配置替えを要望しなければならなくなったり もしくは地盤改良法でもそれを補わない限り 将来危険のおそれがあると助言するような事態に立到るのであろうが このような結論を導き出せるかどうか この種の調査の評価の眼目となるところである。**産業道路** は隧道とか特殊橋梁が予定されるような場合を除き だいたい上述のような配慮を路線上に準用すればじゅうぶんである。

火力発電所のようなものは 超重量施設であるから 製鉄所の高炉・精油所の反応塔・セメント工場のロータリーキルンなどの工業プラントと同様に 深部までの地質調査を伴わなければ無意味であり その上綿密な地質工学的調査と水理地質データを加えることが要請される。昭和35年以来 この方面の調査研究が「工業地帯地下構造調査」と銘打って独立させられ 工業技術院の特別研究費および経済企画庁の調査調整費を以て 継続的に行なわれている。

水力発電 の諸施設は**ダム・水路**など通常山間部に多いので 硬質岩盤の地質調査が必要であり 岩盤の類別・土被りの定量・断層割目の追跡探査などのほかに 岩石物性(弾性係数など)の計測 ならびに漏水の懸念判定のための水理地質調査も加える要がある。ことに近年

アーチダム・ホローダム・ロックフィルダムなどの如く極度に力学を応用したコンクリート構造物が採用されるのでこの方面の専門知識を加えた地質学的調査を行なわなければならない。ダムブームは過ぎ去ったが昭和31年～34年にかけて第四次水力調査が行なわれた際公益事業局の要望に基づきダムサイトの地質調査を担当しこの方面の研究成果を挙げたことがある。

工業港の場合にはさらに水陸の関係が加わるので一層複雑な科学技術的検討が必要となる。工業港の地質調査の際には地盤調査に必須の土質力学のほかに潮流・波浪などに関連した堆砂・漂砂などを解明するために流体力学的考察をじゅうぶん加味した堆積地質学を活用しなければならない。ことに近頃は浚渫深度16m以深といった工業港がきわめて普通でありしかも埠頭の建設には護岸工事を伴いまた何千万 m^3 という浚渫土砂で埋立地を造成して工業用地にするような場合が多くそのために粘土・砂など底質(bottom materials)の鉱物学的種別が造成コストにまで莫大な影響を与えるので必然的に底質の量と質とが調査研究の重要な対象となるに至った。

I-2 技術開発研究

以上各種産業施設の建設に先行して実施される地質調査の内容を紹介したがこれに適合した技術開発研究を絶えず念頭に置いて新事態に即応させる心構えが重要でありこの方面の基礎理論の研究と各種測定機器の改良には平素よりじゅうぶん意を用いている。たとえばダム調査の際に岩盤の硬度をハンマーで叩いただけで電気的に迅速に測定できるSonotimerの開発間隙水圧計を利用して浅層地盤の透水係数を推算する方法ならびに流動水量の計測方式の案出スウェーデン式サウンディング法による沖積層の区分と追跡超軟弱地盤計測用二重管式ペネトロメータの動力化など幾つかの輝かしい業績を挙げる事ができた。

I-3 基礎研究のプロジェクト化《超軟弱地盤研究》

現在この方面における最も研究色豊かな課題のうちでかねてより脳裏に描かれ一部実施に移しつつあるプロジェクトとして超軟弱地盤の研究が認められ始め近く本格的に採り上げられ計画的に推進される機運が醸成されつつあるのでその概要を紹介して見よう。

超軟弱地盤は成因的にみると大河川の流入する嫌気性凝固的水域(anaerobic coagulant environment)に沈積する含有機質粘土《ヘドロ》冷涼な気候条件下の湿地に堆積する泥炭土近接する火山からの風成堆積物である浮石粒・火山灰の風化粘土などのいずれかが地表近

くに層状に集積した場合に形成される。わが国の臨海低地にはこの種の地層の介在が知られており臨海地帯において浚渫・埋立・工場建設などの開発工事が進められる場合には案外この種の地盤が阻害因子となって当初の計画を修正させたり莫大な経済的負担損失を被ったりする例が枚挙にいとまがない程報道されている。

超軟弱地盤の研究調査に当っては(i)成因・性状・母材・物性・強度などの検討(ii)地域的診断(iii)対策工法の提言の3区分を並列させながら調査研究しなければならない。

(i) 構成物質の鉱物学的地球化学的堆積論的研究面である。ヘドロについては塩基交換など化学的な過程を解明し比重・凝集力など物理的力学的方面からの解析によりヘドロの本質を究明する。また泥炭土については炭質物の還元状況を把握し土粒子との混合状態を計測し開発の進行にしたがって促進させられる分解の程度の予測を試みる。火山灰については微視的に母岩を判定してのち風化過程・風化速度などを探求しまた粘土鉱物の同定を行なう。

(ii) 地域的な調査に移って地盤形成の状態をボーリングで確かめ地盤安定度を間隙水圧測定と地耐力の双方から現位置で計測しその立体的分布を図化公示し地区別報告書にまとめ上げる。

(iii) 各地区における上述のデータを基にして対策に必要な各種の中間試験を実施してみたい。すなわち地盤強度を現在より高めるには各種の方法たとえば葉液注入(ハイドロロック・アクリル樹脂)強制脱水(ウエルポイント法・ペーパードレイン法)強制振動(パイプフロートイション法)などの中間試験によって適用限界を決定し地盤改良の実績向上に資する標準データを集める。窮極において試験の規準化を提案し得たら開発事業の経済的効果に資すること莫大なるものがあろう。

さてこれを実施に移すとなるとまずモデル地区を挙げなければならないがヘドロの調査に当っては水際線より外側をも調査対象とすることになる。そこはヘドロの本来の姿が生々しい形で存在しており各種の実験・観察・測定に最も適した場所であり将来の埋立地の形を考えに入れた場合当然調査しておくべき所であると思う。ヘドロのモデル地区としては顕著な還元環境である中海(鳥取県米子)内湾の奥の干拓地である柳川(有明海)河口で海水によるcoagulation堆積物を

摺むのに便利な木曾川デルタ(愛知県鍋田)などが最適であろう。泥炭土のモデル地区としては 現在泥炭が盛んに生成しつつある釧路 泥炭化作用の停滞している八戸地区(青森県) 泥炭化が終熄した“化石泥炭地”として新湊地区(富山県)などが興味深い。火山灰の超軟弱地盤のモデル地区としては 純粋な火山灰風化層の伏在の見える鹿沼土地帯(栃木県) 火山灰堆積に河川の営力の加わった鶴崎地区(大分県) 湖水に火山灰が溜ってきた浮島原(静岡県)などが好適であろう。以上9地区を5カ年位で研究することは可能である。

II 保守・保全段階における調査研究

次の段階の調査内容としては すでに完成した工場ならびに工業地区の各種施設が 地盤沈下や地震のような緩慢あるいは突発的な土地災害に対して 果たして安全であるかどうかの診断を主体とする調査である。

過去においてこれら双方の災害にさいなまれた新潟市の例でいえば いずれにしても生産施設は損傷または破壊を受け その被害は単に工場とその関連施設のみに止まらず 付近の民家に対しても派生的災害を与えずには措かなかつた。

不安定な造山帯上に形成されたわが国土の しかも軟弱な沖積平野に立地する既成の過密工業地帯は 常に地盤沈下対策を必要とし そのうえマグニチュード8位の地震がいつ突如として襲来するか判らないという宿命を背負わされている。既成工業地帯の企業家ならびに住民に対し 将来の不安を除くためにも 国策の見地から精密な地盤の実態と 各種産業施設がそれに耐えられるか否かを併せて調べ 安全操業の維持をはかるべきであろう。

II-1 過密工業地帯の地盤診断調査について

京浜・阪神などのような過密既成工業地帯は 近年の経済成長にしたがい 精緻複雑な産業プラントが拡張に拡張を重ねたために 既得の用地を完全におおいつくして軒を接して凝集している状況にある。長期的には工業を地方に分散させる立地政策が採られてはいるけれども 現実には国民経済の見地からいつて 財政的にもまた企業の採算の上からも急激な分散(decentralization)は実行不可能であることを認めざるを得ない。したがって現時点では たとえ後向きの方角であるとはいえ 過密工業地帯の地盤安定度の診断と立地保全を目標として これら過密地帯にとり有効適切な地質診断の調査研究がなされなければならない。すなわち

イ) 地盤の実態はどのような状況にあるか?

ロ) 現に操業中の施設が 今後予想される最大級の地震に耐えられるかどうか?

ハ) また地盤改良あるいは施設補強などの措置を指示することにより 今後の保証が得られるか?

わが国の大部分の過密工業地帯は 上述のような検討を行なうべき時期が到来していると判断して 今後工場などの原位置における合理化に際し ある種の規準設定を行ない 進んでは補強改修の指導要領が作成され 安全操業が企業側において自主的に維持できるような体制にまで発展できれば 理想的といえるであろう。

前述の方針にしたがい すでに開発しつつされた工業地帯について まずそこに立地する代表的な工場施設とその土地固有の地盤状態との間に 均衡と調和が著しく乖離していないか? また現有施設のまま 地震などの非常災害に際し 果たして安全か否かを如何にして判定するか かりに不安という診断が下された場合には どのような対策を樹てるにせよ 基礎となる資料はどういう形で公示されるべきか?

このような一連の基本調査事業が開始されなければならないとすると 調査方法から始めて 地盤安定の診断の標準化 将来の保全に備えて 施設の補修または配置替えなど規準設定に至る一貫した調査事業を確立することが急務であり かつそこに本質的意義が存在する。さし当って対象となる調査地域は 次の如くである。

イ) 京浜・京葉工業地帯(東京・川崎・横浜・千葉・五井)

ロ) 阪神工業地帯(大阪・堺・尼崎・西宮・神戸)

ハ) 名古屋周辺工業地帯(名古屋・四日市)

ニ) 北九州工業地帯(門司・小倉・若松・戸畑・八幡)

ホ) その他(清水・徳山・新居浜・大牟田など)

以上の調査は 理想的には5カ年で 長くとも準備期間を入れて10年以内で完了させる目標の下に 実施する方案を作成することが望ましい。さし当っては2~3地区のモデル地区で研究調査を行なってみたいが 昭和39年度に震災直後の新潟地区でその第一歩を踏出したところ 基礎研究の面では一段と飛躍することができた。

II-2 基礎的研究課題の二三について

ささやかながら現在行なっている研究題目は 基礎研究あるいは中間試験の域を脱し得ないが 将来は施設保全あるいは地盤診断のために 有効な技術開発の端緒としたいと考えているもので それを紹介すると次の如くである。(以下59頁へつづく)