

川上浩一郎の博士論文

川上浩一郎は台湾の基隆港をテーマに東京帝國大学へ「基隆港岸壁を論ず」と題する学位請求論文を提出、同大学工科大学教授会審査を得て、明治四十五年七月十二日工学博士号を授けられた。その論文の審査要旨が大日本博士録に収録されているので、ここに掲げておく。専門領域の語ながら、海底の軟弱な地質等を相手に悪戦苦闘、ついにこれを克服した大事業をはずして川上浩一郎を驚かすことは出来ない。

基隆港岸壁設計を論ず (主論文審査要旨)

著者は本文を分ちて五編とし、第一編は基隆港の性状及び築港の目的と題し、基隆港の特色、海底の地質、潮位の変化、気候の影響等につき基隆港の一般状態を説明し、第二編は調査工事及び試験工事の名称の下に、海水がセメント及びコンクリートに及ぼす影響の一般的関係より説きて、更に基隆港に於ける各種セメントの試験の方法及びその成績を詳述し、次に軟弱なる地質と岸壁との関係上、軟質粘土の性状耐圧度及び軟質粘土に於ける抗の支承力を実験調査し、更に石積岸壁の試験工事を実施し、本岸壁工事に対する必要な条件を断定せり。第三編は岸壁工事の概要にして岸壁の設計及びその工事の実施方法をしセメント・コンクリートの調製方法及び鉄筋コンクリート桁の設計及びその実施方法を説明し、且つ岸壁工費を比較し、専ら岸壁工事の設計施工に関する事項を陳述せり。第四編は理論的研究と称して、岸壁工事の設計及びその実施に際し試験工事により求め得たる土圧抗の支承力等より、学理的に岸壁の安定を研究し、次に粘土の緩戻及び締切増地の移動に対する意見を付加せり。第五編に於いては岸壁竣工後の経過及び設計に対する将来の注意事項を列記せり。

著者は基隆港の如き軟弱なる粘土層を有する海底に於いて、安全なる岸壁工事を実施するの困難なるを予期し、従来しばしば海外諸港に於いて遭遇せし困難及び失敗の事項を広く参照し、使用すべき材料は厳密なる試験を履行し適当なる材料を選定し、安全にして且つ高価ならざる岸壁の設計及び実施方法に対しては、基礎杭の支承力粘土の耐圧度等を実験により断定し、且つ試験工事に学理の応用を為し、実験上にその合理的なるを証明したるものにして、本論文の価値を益々存するものなり。

次に著者が深く研究して学理及び実験に於いて工学の進歩に貢献せる著わしきものを摘記すべし。

- 一、土の内部摩擦力に關し、粘着力及び各粉末間の凝聚力は極めて僅少ななるものにして、計算以外に除却するを普通とするも、著者は粘土の如き粉末間に凝聚力著しきものに對しては、この凝聚力を加算するを至当とし、基隆港海底粘土を用い耐伸強及び凝聚力の測定をなし、粘土の崩壊せんとする場合にはこの凝聚力と内部摩擦力とが相合し、

一種の一次的息角を現出するものとし、仮息角と命名し、土圧及び杭の支承力の計算にこれを適用したり。

一、杭の支承力を算出する方法には、従来動力学よりするものと静力学よりするものとの二法あり、著者は前者を比較研究し、後者を採れるものとし、ランキンの学理を基礎とし、バットン、ピールンシル、ジョン・H・グリッヒス等の諸公式を比較し、著者は摩擦力と凝聚力と相合して為す所謂仮息角をこれに適用せんとし、その算定に必要な各種材料の摩擦係数の実験測定を為せり。

以上の結果を応用して簡易なる仮息角算出方法を案出し、これの如く求め得たる仮息角を仮試験杭の場合、理立ての場合及び試験杭の場合に適用し、その結果に誤りなきを確かめ得たるは、著者が最も満足せるところなり、著者は次にこの仮息角を応用し、普通基礎杭に使用する丸太杭の場合に適用する公式を案出せり、更に応用算出を簡便ならしむるため、仮息角の函数表を調製せり、著者はこの公式を強り基隆港の基礎杭に応用して証明せるに止めず、広く海外の実例にこれを適用し、その実用的なるを証明せり。

一、土砂の圧力及び岸壁の安定に関し、ランキン、クワロン、プウジネスク等の諸大家の学説ありと雖も、種々の仮定を用いある為、何れの理論も土の種類によりては、全く不合理の場合なきにあらず、特に凝聚力大なる種類の土にありては、仮令一次的の現象なりと雖も、時としては固体の知き性状を示し、毫も粉体の性質を示さざることあり、基隆港の場合に於いても、これの知き現象を認めたるも、著者はランキン典範応

力論を最も確実なるものとし、唯これが応用に当り、基隆港の如き凝聚力多き粘土を背填に用うる場合には所謂仮息角を真息角の代りに用うるに至らざりし、著者は以上の計算方法を試験石垣に適用し、その成績の合理的なるを確かめ、更に岸壁最初の設計にこの計算方法を採用したるに、その結果万全を期し得る構造にあらざるを発見し、一方には締切環境の破損により、最初設計の岸壁の施工に困難を感ぜしを以て、益々根本的に背圧を減少する構造を案出するの必要を認め、海外に実例ある橋梁型岸壁の応用を断行したるは適応の処置と認むるものなり。

第一期岸壁工事には締切環境を利用し設計の変更を行ないたる為、基礎割梁の厚さ及び基礎杭の長さ共に不充分的疑いありたり、第二期岸壁に於いては著者は設計を改め、基礎杭六間を十間とし、基礎割梁六尺を十二尺に増加せり、これを築造するに当り施工上の困難を生ぜしは、その築造すべき位置が水深益々深く且つ海底地盤が一層軟弱なるを以て、これが前面に締切環境を築造するは前面に比し更に危険の大なるべきは既成岸壁築造の経験により明らかならざり、これを水中工事とせんか、基礎コンクリートはその厚さ十尺にして且つ海水の作用に対し予防を施し得る方法あるも、構脚部はその体積比較的小にして海水に接触する面積は比較的大なるのみならず、海水の作用に対し最も注意を要する部分たる干満に当る箇所この部に存するを以て、海水の作用に対し完全なる防備の術を講ざざれば、水中工事としてコンクリートを施行するは頗る危険を冒すものとし、著者はこの海水の作用を減少せんが為、陸上に於いてコンクリートの中空塊を作り、これを二箇及び三箇づつ交互に水中に積置し、その空積

に水中コンクリートを充実すれば海水の影響を減少し得るものとし、この方法を実行せり。この方法は強いて斬新なりと云うを得ず。又最も安全なる方法とするに非ざるも、基隆港の場合に於いて著者これを断行し作業容易となり、工事の速移迅速となり、その成績従来の方法より一層良好となれるは、著者が最も考案を尽くしたるものと断言するを憚らざるものなり。

著者は粘土の曝露の爲、適切埋地の移動陥没の不幸に遭遇せし爲その原因を考究し、海底に軟弱なる実質泥土の存在する場合に、掘削の爲圧力の差、漸く多大となるときは、僅かの振動等の原因により、柔軟なる内部の泥土は比較的強固なる外皮を破り、陥没崩出してその圧力の平均を得んとし、遂に陥没移動を生ずるものとし、この種の地質に対する注意事項として次の數項を挙げたり。

一、粘土曝露に原因する構造物の移動を予想し、その想定移動量に依り、構造物の位置を予め後退せしめ築造すること。

二、構造物の基礎を出来るだけ深くすること。

三、構造物の前面に於ける土砂の一部を、粗石若しくは荒砂と置換し、且つ充分にこれを換(かて)固むること。

四、構造物の背後は或る距離の間これを覆し、代うるに杭及び床強りの構造とすること。又は強いて背後を必要とする場合には、なるべく軽質物を以て埋築すること。

五、埋築は構造物の側より次第に埋め、始め徐々背後に進行すること。

六、埋立てには多量の土砂を一時に一局部に填充せず、なるべく全部に亘り平均に埋

立てを為し、且つなるべく長期間に於いて徐々に埋築を為すこと。

これを要するに、基隆水港の如き軟弱なる地質の海底に於いて岸壁の築造するは、従来至難の事業と認められたるものなるに、著者は能くこの種の調査実験を執行し、又試験工事を実施し、これ等成績を深く研究し、岸壁の設計及びその実施を合理適応ならしめ、至難の工事に好例を示し、學術上に貢献せしところ僅少なからず。

【解説】三省堂のコンサイス外國地名辞典の「基隆」の項を見てみよう。そこにはこんな記述がある。「一八六三年開港の基隆港は台湾第一の門戸で台北の外港、台湾省北部における貿易の中心で、大型船の停泊可能な外港と岸壁を有する内港からなる。基隆は今日最大の外貨保有高を有する国にまで発展した台湾の貿易を支える港灣都市として、今なおその重要性を保持している。その礎となった港を築いたのがほかならぬ我が川上瀧二郎であった」という事実はまことに以て痛快である。