

地質工學

渡邊貫

著



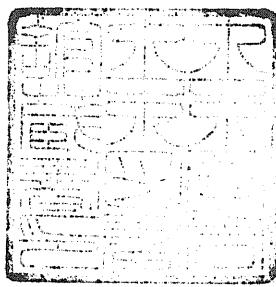
à M. Y. Tanaka  
de la part de l'auteur  
Le 25<sup>e</sup> Mar. 1935.

昭和39年11月16日

寄贈者 田中豊氏

# 地質工學

渡邊貫著



登録	昭和40年5月10日
番号	第 2107 号
社団法人	土木学会
附属	土木図書館

名著100選圖書

東京

古今書院

# 地質工學目次

緒 言 .....	I
第一部 地質概論	
第一章 地球及び地殼 .....	9
第1節 地球開闢説 .....	9
1) 太陽系の生成 .....	9
a) 星雲説    b) 微惑星説    c) 隕石説	
2) 地球生成説 .....	II
a) 創生時の地球    b) 地球の年齢	
第2節 地殼に關する學説 .....	13
1) 地球の帶狀構造 .....	13
a) 地球中の諸元素の分布    b) 地球物理學的に見た地球の帶狀構造	
2) 地殼平衡論 .....	16
a) 陸地と海洋    b) 地殼平衡説	
第二章 地殼の變動 .....	20
第3節 地殼變動の學説 .....	20
1) Wegener の大陸漂移説 .....	20
2) Joly の地殼輪廻説 .....	21
3) Haarmann の波動説 .....	22
4) Kober の造山論 .....	22
第4節 地殼運動 .....	23
1) 造陸運動 .....	23
2) 造山運動 .....	24
a) 檩曲山脈 イ) 檩曲型 ロ) 造山帶 ハ) 弧狀山脈	
b) 斷層山脈 イ) 地塊運動 ロ) 斷層山脈	
3) 日本の地帶構造 .....	30
a) 雁行的弧狀山系(東亞地帶構造論)    b) 日本島弧の地質構造	

第 5 節 岩漿運動	34			
1) 岩漿運動	34			
a) 岩漿運動の原因	b) 岩漿運動と構造線			
2) 地震現象	37			
a) 地震の種類	b) 深発性地震原因説の資料	c) 地震に伴ふ地形變動		
d) 地震帶	e) 地震計及び地震記象			
3) 火山現象	41			
a) 火山	イ) 塊状火山	ロ) 成層火山	b) 火山活動	c) 火山噴出物
d) 温泉及び噴氣				
第三章 地面の起伏	47			
第 6 節 地表の平坦化	47			
1) 風化	47			
2) 侵蝕作用及び堆積作用	47			
3) 侵蝕輪廻	48			
第 7 節 河蝕地形	49			
1) 河蝕作用	49			
a) 河 蝕	b) 谷の發達	c) 減均作用及び増均作用	d) 平衡曲線	
2) 谷の地形	51			
a) 水系の發達	イ) 河流の方向	ロ) 河の弯曲		
b) 河の蛇行性				
c) 河の回春	イ) 回春谷	ロ) 嵌入蛇行		
d) 河段丘	イ) 段丘の種類	ロ) 段丘の配列		
e) 先行及び表生河流	イ) 先行河流	ロ) 積載河流		
f) 地質構造と水系	附 水流綱型の分類			
3) 山の地形	63			
a) 幼年期地形	b) 壯年期地形	c) 晚壯年期及び老年期地形		
4) 堆積地形	66			
a) 崖 錐	b) 扇狀地	c) 三角洲	d) 砂 丘	
5) 断層地形	70			
a) 断層崖	イ) 断層崖錐	ロ) 拍車形丘阜地	ハ) 末端切面	
b) 断層谷	c) 断層線崖	d) 断層線谷	e) 構造地形	

6) 火山地形	77			
a) 火山の種類	イ) ミニイデ型	ロ) ススピテ型	ハ) トロイデ型	ニ) ベロニイテ型
ホ) カルデラ	ヘ) ホマアテ	ト) ペディオニイテ	チ) マアル	
b) 熔岩流地形				
第 8 節 氷蝕及びカルスト地形	84			
1) 氷蝕地形	84			
a) 氷河	b) 氷蝕作用	c) 氷蝕山形	d) 氷蝕谷形	e) 氷蝕堆積
地形	イ) 氷河堆積	ロ) 融氷堆積		
f) 氷河時代	g) 氷 山			
2) カルスト	88			
第 9 節 海蝕地形	89			
1) 海蝕作用	89			
a) 海洋	b) 海の破壊作用	c) 進均作用及び退均作用	d) 砂礫の沿岸漂流	
2) 海蝕地形	92			
a) 海岸線の分類	b) 隆起海岸	イ) 沿岸洲	ロ) 海岸段丘	
c) 沈降海岸	イ) 窪れ谷	ロ) 砂嘴及び砂洲		
d) 中性海岸	イ) 断層海岸	ロ) 火山性海岸		
e) 合成海岸				
第四章 地殼の構造	107			
第 10 節 岩石の種類	107			
1) 火成岩	107			
a) 產出状態に依る分類	b) 化學成分(酸性度)に依る分類			
附 日本適用火成岩分類表				
2) 水成岩	112			
附 海洋の沈積作用	日本適用堆積岩分類表			
3) 變成岩	118			
a) 動力變質作用	附 原岩石の破碎と再結晶	b) 接觸變質作用		
c) 片麻岩	d) 蛇紋岩	e) 變成岩の分類		
第 11 節 岩石の實驗的研究	125			
1) 造岩礦物	125			
2) 礦物顯微鏡	125			

3) 結晶光學	126
4) 鎌物顯微鏡に依る研究項目	127
a) 平行ニコルの狀態に於ける觀察	b) 十字ニコルの狀態に於ける觀察
c) コノスコオブに依る觀察	
5) 扈折率測定法	129
6) 岩石の物理的性質	132
a) 火成岩の比重	b) 譚性係數
c) 岩石の強度	
第12節 火成岩成因論	134
1) 岩漿の分化	134
2) 岩漿の物理化學	136
a) 硅酸鹽類の平衡關係	イ) 二成分系
b) 岩漿末期の分化	ロ) 二成分系
c) 岩石の化學的性質	ハ) 三成分系
a) 岩石の化學成分	b) 岩石區
c) 地殼の化學成分	
第13節 地質構造	145
1) 地層	145
a) 地層の成生	b) 水成岩相
b) 淡海性堆積物	イ) 淡海性堆積物
c) 整合及び不整合	ロ) 深海性堆積物
2) 断層	147
a) 断層各部の名稱	b) 断層の種類
c) 断層群及び断層帶	
d) 断層の證跡	
3) 摺曲	151
a) 摺曲各部の名稱	b) 摺曲の種類
4) 節理	155
5) 進入岩體	158
a) 火成岩進入の機巧	b) 進入火成岩體
第五章 地殼の歴史	163
第14節 地史の研究法	163
1) 地史學	163
2) 化石	163
3) 地質時代及び地質系統の區分	164

第15節 各地質時代の古生物學的層位學的特性	165
1) 始原代及び原生代	165
2) 古生代	165
日本の中生代	
3) 中生代	167
日本の中生代	
4) 新生代	170
a) 第三紀	b) 第四紀
c) 沖積世 日本の新生代	
第16節 地殼變動史	174
日本地質圖	
第二部 地質工學	
第一章 地質調査法	179
第1節 地質踏査法	179
1) 地質踏査用具	179
2) 地質踏査上の注意	179
3) 地質圖	180
a) 地質圖用記號	b) 本邦の地質圖
第2節 地質圖作製法	181
1) 地質分布(平面)圖	181
2) 地質斷面圖	182
3) 地質圖の読み方	184
第二章 地下水調査法	186
第3節 地下水	186
1) 地下水	186
2) 地下水成因説	186
3) 地下水の狀態	188
第4節 地下水の流動	189
1) 土砂中に於ける水の壓力及び流動	189
2) 地下水流動の水理學的考察	192

3) 地下水流動速度	194
4) 地下水等高線圖	196
第 5 節 水文學的調査	197
1) 水の循環	197
2) 降水・蒸發(通發)・滲透	198
附 雨量及び蒸發量測定現場心得	
3) 河川流量調査	201
a) 流量測定法 附・堰測法現場心得 b) 河川の流量 イ) 流域面積	
ロ) 季節と流量 ハ) 洪水時	
4) 流出關係	205
イ) 河川流量と地下水の關係 ロ) 季節と地下水量	
第三章 工事位置選定法	208
第 6 節 切取及隧道	208
1) 河段丘	208
2) 海岸段丘	210
3) 砂丘地	210
4) 崖錐	212
附 崖錐の勾配	
5) 断層	215
a) 断層崖錐 b) 断層線谷 附 活断層の實例 實例 イ) 断層帶と線路選定 ロ) 断層(線)谷と大隧道の位置 ハ) 断層帶の隧道工事	
6) 崎	226
a) 侵蝕凹地 b) 扇状凹地	
7) 傾斜層	229
イ) 切取 ロ) 隧道	
8) 突入蛇行	232
9) 變質岩	232
a) 蛇紋岩 イ) 切取 ロ) 隧道 b) 溫泉餘土 c) 石膏	
10) 地辺り地	237
a) 地辺り地の地形的特徴 b) 地辺り地の建造物の被害現況	

c) 地辺り地の顯著な證跡 イ) 粘土層の滑面 ロ) 龟裂・斷崖・階段状地形	
第 7 節 山崩れ	250
a) 山崩れの原因 b) 山崩れの分類 實例 イ) 火山岩地域 ロ) 断層崖 ハ) 傾斜層 ハ) 風化岩	
第 8 節 基礎	258
1) 山津浪	258
2) 沖積扇	260
3) 河の横断	261
a) 側侵蝕 b) 蛇行跡	
4) 海岸沿澤地	263
5) 軟弱地盤	267
6) 地辺り地盤	268
a) 地盤の剪断破壊 b) 地下侵蝕作用 c) 地面の活動	
7) 震害地	270
a) 山麓地 b) 断層帶 c) 表面震動	
第四章 工事施行法	273
第 9 節 切取及び隧道	273
1) 節理	273
2) 褶曲層	274
3) 断層帶	275
4) 岩脈	276
5) 地下水	277
a) 溢水量 附 地質と溢水量との關係 b) 断層 イ) 溢水路 ロ) 地下渠 ロ) 溢水防護工法 c) 潟水問題	
6) 風化帶	285
a) 風化表土 b) 風化岩 附 蒸下水	
7) 軟弱岩	293
a) 粘土層 附 粘土の膨脹 イ) 軟粘土 ロ) 泥炭岩 ハ) 石墨片岩 b) 流砂層 イ) 堆積層 ロ) 風化層	
第 10 節 基礎	304
1) 軟弱地盤	304

a) 築堤 イ) 抑へ盛度 ロ) 粗粒	
b) 構造物 イ) 根据 ロ) 基礎工 i) フランキイ杭 ii) 武智杭 iii) 双管付鋼筋混凝土杭	
iv) 圓錐形杭	
2) 漏水帶(流砂層) .....	311
a) 地下水面降下法 b) セメンテイション法 附珪化法 c) 凍結法	
イ) 地表設備及び準備作業 ロ) 冷氣製造法 ハ) 理論的観察 ニ) 凍結法の實施及び堅状開鑿	
ホ) 階次凍結法 ヘ) 凍結豊坑開鑿に要する日数及び費用	
3) 泥炭層 .....	326
a) 築堤 イ) 沈下量の豫想 ロ) 特殊施工法 i) 早期沈下工法 ii) 壓密工法	
b) 構造物 イ) 大構造物の基礎 ロ) 小構造物の基礎 ハ) 杭基礎 ニ) 橋梁の基礎工	
c) 泥炭地水 d) 透水度	
<b>第五章 堤堰施工法</b> .....	333
<b>第 II 節 堤堰位置の選定</b> .....	333
i) 貯水地の地質的條件 .....	333
a) 岩質の透水度 b) 岩質の溶解作用 c) 地質構造の弱線	
2) 堤堰位置の地質調査 .....	334
<b>第 I2 節 岩盤を基礎とする堤堰</b> .....	337
i) 表土層 .....	337
2) 岩盤の安定度 .....	337
a) 岩盤の強度	
b) 岩盤内の割目 イ) 割目の水理學的役割 ロ) 漏水と水密工	
附 セメント注入上の注意	
c) 安定度の時間的變化 イ) 溶解及び流出作用 ロ) 膨脹及び軟化作用 ハ) 變形作用	
ニ) 侵蝕作用	
d) 事故實例 イ) 断層帶 ロ) 水平層 ハ) 割目 ニ) 石灰岩 ホ) 挾曲線 ヘ) 火山岩	
<b>第 I3 節 沖積層基礎の堤堰</b> .....	351
i) 基礎破壊の力學 .....	352
2) 成層狀態の影響 .....	354
a) Bligh の實驗公式 b) Terzaghi の滲過層索	
3) 基礎破壊實例 .....	358
4) 漏水問題 .....	360

第 I4 節 土堰堤 .....	362
第 I5 節 壓力隧道 .....	364
<b>第六章 地下探査法</b> .....	368
<b>第 I6 節 試錐法</b> .....	368
i) 衝擊式 .....	368
a) 上總掘 b) 網掘	
2) 回轉式 .....	370
a) 金剛石試錐 b) カリックス試錐 c) 金剛石試錐とカリックス試錐との比較 d) 回轉式鑽井専用試錐 e) 給進法の比較 イ) 機械給進 ロ) 手送給進	
3) 衝擊回轉専用式 .....	375
4) 設備一般及び特殊孔内作業 .....	376
a) 梱 b) 足場 c) 崩壊防護法	
5) 軟弱錐心採取法 .....	377
6) 使用目的と試錐法の選擇 .....	378
a) 穿孔専門 イ) 鉱泉 ロ) 石油井 ハ) 注入孔 ニ) 噴破孔 ホ) 排氣・排水孔	
b) 地質調査 イ) 採鑽 ロ) 岩盤調査 ハ) 地質調査 ニ) 土質調査	
<b>第 I7 節 地球物理學的地下探査法</b> .....	379
i) 譚性波式地下探査法 .....	379
a) 亂測法 b) 計算法	
2) 電氣抵抗式地下探査法 .....	382
a) 探査法の主旨 b) 現場の測定方法 c) 測定結果の處理 實例	
3) 地下探査法の利點と兩式の比較 .....	387
<b>第七章 地盤調査法</b> .....	390
表土の分類	
<b>第 I8 節 風化土層</b> .....	390
i) 風化土の生成 .....	390
a) 物理的風化 b) 化學的風化	
2) 風化土と地質との關係 .....	393
a) 選擇風化 b) 地質に依る相異	
c) 立地的條件 イ) 第三紀層 ロ) 火成岩 ハ) 三波川層 ニ) 犁父層	

3) 風化土の断面と構造	396
a) 垂直断面 イ) 表層風化 ロ) 探層風化 ハ) 構造	
第19節 風化土の成熟と土壤の類型	399
1) 土壤の成生	399
a) 腐植質の集積 イ) 泥炭 ロ) 糜離腐植質 ハ) 粒状腐植質 ニ) 粉状腐植質	
b) 地下水の作用 イ) 透下水の作用 ロ) 上昇水の作用	
c) 土壤の断面 イ) A層 ロ) B層 ハ) C層	
2) 土壤型及び土壤帶	404
a) 偏乾土壤と偏濕土壤 イ) 偏乾土壤 ロ) 偏濕土壤	
b) 土壤階と氣候的土壤帶 イ) 土壤階 ロ) 氣候的土壤階 I 熱帶に於ける偏濕土壤	
II 冷帶に於ける偏濕土壤 III 暖帶に於ける偏濕土壤 IV 热帶及び亜熱帶に於ける偏濕土壤	
V 諧帶に於ける偏乾土壤	
第20節 堆積土	416
1) 堆積土の分布	416
a) 水成堆積層 ハ) 風成堆積層	
2) 基礎沈下の力学	420
a) 砂層 ハ) 等質粘土層 ロ) 砂層を挿む粘土層	
3) 基礎地盤の種類	423
a) 砂層 イ) 河底堆積土 ロ) 三角洲 ハ) 海濱堆積層 ハ) 流砂層	
c) 粘土層 イ) 河筋粘土 ロ) 深水產粘土 ハ) 粘土層の外観形成と堅硬度 ニ) 等質粘土層上の基礎工 ハ) 砂の挿み層を含む淺水產粘土	
第21節 泥炭地	437
1) 泥炭地の成因	437
2) 泥炭地の種類	437
3) 泥炭地の地質	438
a) 腐泥類 ハ) 腐植質類 イ) 平モル泥炭類 ロ) 丘モル泥炭類 ハ) 乾泥炭とオルトシュタインの生成 ハ) 無機土類	
4) 泥炭地の層序	444
a) 鑽物性基盤 イ) 不透水層 ロ) 透水層 ハ) 腐泥層	
c) 腐泥質泥炭層 イ) 泥炭質腐泥 ハ) 腐泥質泥炭 ロ) 平モル泥炭層 ハ) 林モル泥炭層 ハ) 丘モル泥炭層 ハ) 泥土層 附 泥炭地の發育過程	
5) 泥炭地の地理的分布と生成條件の地形學的考察	449

## 實例

第八章 土質試験法	457
第22節 土の機械的分析	457
1) 土粒子の分離	457
2) 篩別法	458
3) 沈殿法	458
4) 淘汰法	461
附 土の機械的分析方法	
5) 分析結果表示法	463
a) 三角座標に表示する方法 附 土の抗剪強度曲面	
b) 加積曲線に依る表示 附 土堤の材料(加積曲線法實用例)	
第23節 土の組成成分	467
1) 機械的組成成分	467
a) 土粒子の大きさに依る分類 ハ) 土粒子の配合比に依る土質命名法	
2) 土の組織及び構造	468
a) 薄片作製法 イ) ベエクライト・アニスを用ひる方法 ハ) ミクロトオフを用ひる方法	
b) 組織及び構造の分類 イ) 組織に依る分類 ハ) 構造に依る分類	
附 世界各國土質粒徑分類法の比較	
3) 組成礦物	474
a) 組成礦物の鑑定法 イ) 比重に依る分離法 ハ) 光學的識別法 ハ) 造土礦物	
4) 土中膠質	477
a) 土中膠質の定義 ハ) 土中膠質の定量法 イ) 吸着法 ハ) 潤滑法	
c) 粘土懸濁液(泥漿)の性質	
第24節 土の物理的性質	480
1) 比重	480
2) 間隙比及び間隙率	481
3) 含水量	483
a) 間隙水 イ) 吸着水 ハ) 毛管水 ハ) 重力水	
b) 含水比及び含水率	
4) 收縮膨脹率	486
附 土の收縮量試験方法(鐵道省土質調査委員會)	

5) プラスティシティ .....	488
a) 緊硬度限界 イ) プラスティシティの限界 ロ) 流出限界 b) プラスティシティ指數	
6) 透水度 .....	490
7) 耐水試験 .....	492
8) 圓錐貫入試験 .....	493
9) 粘土の特性の物理的意義 .....	493
a) 鱗片狀組成説 d) 粘土の彈性 c) 粘土の間隙水 d) 粘土の 内部摩擦力 e) 粘土の鱗片狀組成成分 f) 粘土の特性を支配する因子	
第 25 節 土の力學的性質 .....	498
1) 土の力學的性質 .....	498
2) 耐壓試験 .....	498
3) 圧縮試験 .....	500
a) 壓力・間隙比曲線 b) 圧縮・膨脹曲線 c) 間隙組織の影響	
4) 動水力學的應力現象 .....	504
附 實例	
5) 土の抗張試験 .....	509
6) 剪斷試験 .....	510
附 土の剪斷試験方法(鐵道省土質調査委員會現行規定)	
7) 凝集力と摩擦力との關係 .....	511
a) 凝集力の二態と摩擦力 b) 土の構造と凝集力	
第 26 節 土質調査機關 .....	515
1) 鐵道省土質調査委員會の事業と設備の概要 .....	515
附 試錐標本土質試験成績圖表	
2) 各國の現狀 .....	519
附 土質調査方針(獨逸土學會基礎調査委員會規定)	
<b>第九章 基礎調査法 .....</b>	<b>522</b>
基礎の支持力	
第 27 節 地質調査 .....	522
1) 試掘 .....	522
2) 試錐 .....	523

3) 探査桿 .....	525
4) 基礎地盤土質野外試験法 .....	526
附 土質標本採取並取扱方心得(獨逸土學會基礎調査委員會規定)	
<b>第 28 節 平板載荷試験 .....</b>	<b>530</b>
1) 載荷試験裝置 .....	530
a) 試験裝置 b) 記録方法	
2) 載荷板の形と大きさの影響 .....	532
a) Press の研究 イ) 正方形載荷板の面積に依る影響 ロ) 矩形載荷板の面積に依る影響 ハ) 面積一定の載荷板の形に依る影響 b) Fellenius の研究 c) Kögler の研究 d) 結論	
3) Housel の基礎沈下の解析 .....	539
4) 地盤の支持力表 .....	542
5) 獨逸基礎調査委員會の荷重試験示方書 .....	542
<b>第 29 節 杭基礎試験 .....</b>	<b>546</b>
1) 載荷試験裝置 .....	546
2) 杭の尖端及び表面に於ける支持力 .....	546
3) 杭打公式 .....	550
a) Barker の公式 b) Sander の公式 c) Wellington 又は Engineering News の公式 d) Brix の公式 e) Eytelwein の公式 f) Stern の公式 g) Weisbach の公式	
<b>第十章 地盤の力學 .....</b>	<b>554</b>
<b>第 30 節 土壓論 .....</b>	<b>554</b>
1) 地盤の力學的取扱 .....	554
a) Coulomb 系の土壓論 b) Rankine 系の土壓論	
2) 土壓論の展開 .....	558
a) 曲面滑り面 b) 凝集力の考慮	
<b>第 31 節 擾壁の安定 .....</b>	<b>562</b>
1) 壁體の強度と安定 .....	562
2) 擾壁の基礎面に沿ふたり出し .....	562
3) 基礎を含む地盤に沿ふたり出し .....	563
a) Hultin の方法 b) Terzaghi の方法	

第32節 基礎の沈下.....	564
1) 基礎沈下の力学 .....	564
a) 弾性的沈下    b) 壓縮的沈下	
c) 破壊的沈下    イ) 平面滑り面を假定した土楔の釣合    ロ) 圓形滑り面を假定した釣合 ハ) 地盤の支持力	
2) 沈下実例の解析 .....	571
a) 品鶴線宮野原附近    b) 輪島線田鶴濱附近	
第33節 斜面の安定.....	580
1) 切取・盛土の法勾配の安定.....	580
a) 平面滑り面の假定    b) 圓弧形滑り面の假定	
2) 地辺りの解析 .....	583
實例 イ) 富士身延鐵道岩間驛附近地辺り    ロ) 關西本線龜嶺附近地辺り	
附 本邦適用地質別切取及築堤法勾配表	
第34節 隧道地壓.....	593
1) 隧道の疊築に加はる地壓.....	593
2) 地壓の推定 .....	593
3) Coulomb の土圧論に基く地壓の算定 .....	594
a) 隧道が地表面から 2, 30 m 以下の浅い處を貫く場合 イ) 地表面が水平な場合 ロ) 地表面が傾いてゐる場合	
b) 隧道の位置が深い場合	
實例 イ) 勝坂隧道    ロ) 須沼隧道    ハ) 反谷隧道	
4) 疊築に生ずる壓力線の算定 .....	600
5) 弾性地壓論 .....	601
a) 山跳ね現象の説明    b) 隧道の周囲の應力分布	

## 緒言

元來素人といふものは得て始めは、専門家を無暗に overvaluate してその知識を過信するものである。而してその結果が偶々僥倖にも彼等の意見と一致——山が當り——でもしようものなら大變である。その過信の度は益々甚しくなり盲滅法にまるで専門家を神様扱ひにする。然し乍ら自然はそれ程都合よく出來てはゐない。先づ半ばは的が外れるものと思つてゐて差支へない。さうなるとすぐにもうあれは駄目だといふことになる。忽ち九天直下此度は又桁外れの Undervaluation のドン底に落ちてしまふ。

斯うした事實は我等が土木技術者の間に於ても亦屢々経験させられたことである。地質學に就ての知識の乏しいことが、地質調査の價値に對する正當な批判を缺くといふことになるのは、勿論已むを得ないことではあらうが一面地質學者にも亦罪がある。

最も著しい例で又屢々問題を起し易いことは、地質圖殊に地質斷面圖の判断といふことである。多くの土木技術者は——彼等は必ずしも地質學に就ては全くの素人ではない筈ではあるが——地質斷面圖といふのは寸法から何までそつくり其儘自然の現實狀態の儘であるかの様に思つてゐる。それがためそれを實際問題に應用した結果は、勿論地質學者の價値は忽ち千尋の谷底に蹴落されることになるのである。これは元來地質斷面圖をば地質學的關係を表す一種の Formula であるといふことをよく彼等に徹底させてゐなかつたことが抑々間違ひの因である。紙の上で斷層線を引くことの危険が如何に斯うした現實的問題で観面に利いて来るかはエンヂニアとなつて始めて経験し得ることである。

いさゝか舊聞には屬するがかのアルプス越えの大隧道サンプロンの工事の際、工事着手前に地質調査を依頼せられた Basel 大學の Albert Heim 教授と工事施行者側の隧道技師との間に、隧道坑内の地壓 (*Gebirgsdruck*) に関する意見の相異が基となり大悶着が起つたことのあるのは有名な話である。地質學者の完全なノック・アウトを期した隧道技師側では、地質學者の描いた (*maler*) 地質斷面圖等が當になるものか自分等の方は自分等の考へで隧道を掘つて行くまでだと豪語し、Heim 教授の痴癖は又自分の推断した地質斷面は Ein Haar ! と雖も變更することは出來ない、隧道を掘つて行けば必ずさうなるのだとまで激譴し、遂には自然科學の忠實なる使徒たる老教授をして “Man darf nicht in dem Fehler sich gefangen geben, dass man vor dem Bäumen den Wald nicht sieht ! (立樹の前に立つて森を見ざる誤り)” の嘆息を發せしむるに至つた。而かも延長 12.5 哩に及ぶ大サンプロン隧道の掘鑿結果は、Heim 教授の豫想は一年間を通じて雪を頂く調査困難な個所を除き殆んど全部を適中せしめ、引いてはアルプス山脈の大褶曲の研究に非常に貴重な資料を

供給したが、之は幸にも Heim 教授が偶々非凡な Stratigrapher (構造地質学者) であつたからである(第 1 圖)。

之に反し我が丹那隧道の場合では、丹那盆地の成因論に關係し種々雜多な冰炭相容れざる——特に地質断面に至つては全く相異つた——色々の地質学者の報告書が出來上り、鐵道省側ではその選擇に迷ひ結局土木技

師の獨斷で現在の中  
心線を通したが、そ  
の結果は工事着手後

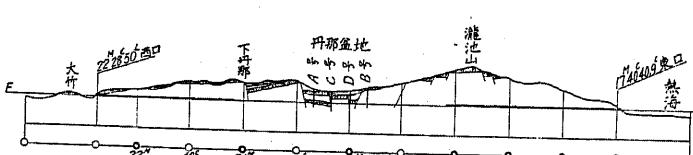


第 1 圖 Simplon 隧道の地質縦断面圖

數回に亘る大事故を發生せしめた。而して當局はこの原因をば地質學者の無能に歸して世間の非難を辯疏してゐるやうな事實もある。

多くの地質學者が Heim 教授の如く稀に見る非凡な Stratigrapher ならぬも角筆者のやうな未熟な地質技師の作製した地質圖を、その儘鵜呑みにされることの先方の危険と當方の迷惑とは當然なことである。ましてや地質圖の内容について地質學上の約束をハツキリと承知してゐない場合の多いことは誠に不自由極まるものである。結局は地質學者は自分で見て來たやうな嘘八百の繪空事を描くものだと云つた風の妄評を蒙ることになる。

筆者は此の如き點に就て土木技術者の蒙を啓くことに多少の年月と努力とを費して來た積りである。地表からの地質調査が醫者の外診に相等するものならば、診斷の完全を期せむと欲せばカテテルによる内診に相當するボウリングの必要なことは勿論のことであらう。筆者が現場監督として施行した丹那盆地に於けるボウリングはよくこの事實を證明した。ボウリングの結果による精確な



第 2 圖 丹那盆地附近地質縦断面圖

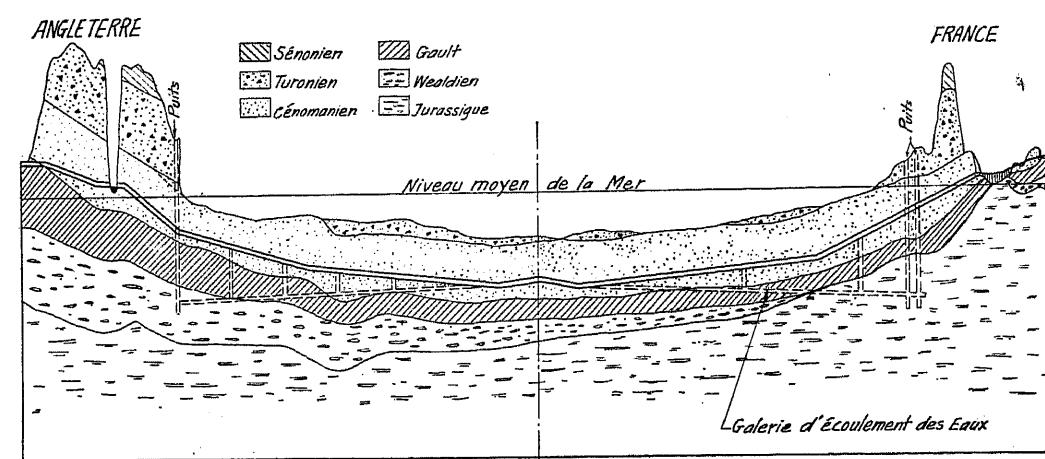
地下構造の推定が今日まで  
丹那隧道の掘鑿工事に何れ  
程役に立つて來たか知れな  
い(第 2 圖)。

從つて土木工事に必要な

地質圖は周到にして精細な地質調査の結果、それによつて作られた地質圖を基として各急所毎にボウリングを施してその事實をチェックし、更にこの結果によつて地質圖を訂正したものが最も役に立つといふことになる。斯うした手續の必要なことは礪山特に炭礪等に於ても同様であらうが、特に土木工事の場合は一層その感を深ふするものがある。

斯うした地質調査方針で大成功したのはかの英佛海峽横断隧道計畫の場合であつた。地質調査は佛蘭西の Potier が引受けたが、地表から調査の結果、海峽の海底は白堊紀の地層が發達して居り且その中 Cénomanien に屬する白堊岩のあることが推定せられたので、數多のボウリングの結果、

この地層群は緩い向斜構造をして居ることが判つた。この事實を基とし不透水性である白堊岩中に先進導坑を掘進し坑奥の地質調査を兼ね、地質断面を基として決定した隧道の縦断面を逆さ M の字型とし、その M の二つの頂點に集まる滲出海水を排水用堅坑に導くことにした。この計畫の



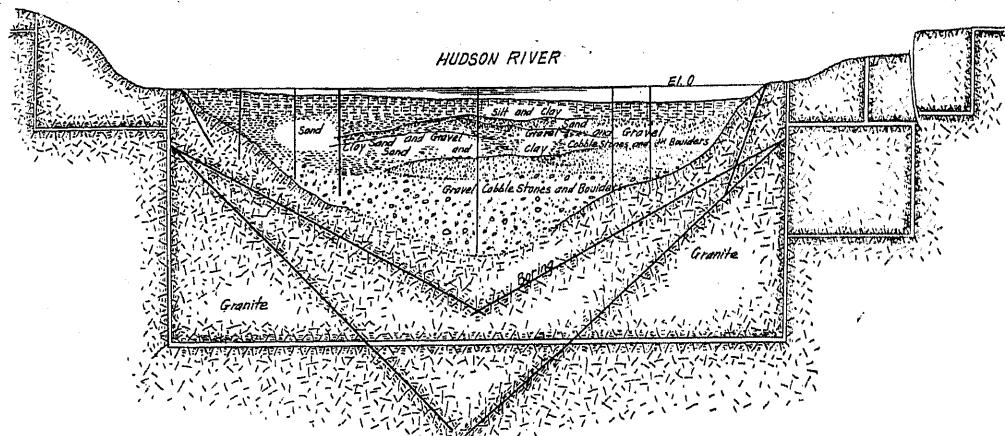
第 3 圖 英佛海峽横断隧道計畫の地質断面圖

出來たのは全くボウリングのお陰であつたのである(第 3 圖)。

北米の土木工學雑誌 Engineering News-Records の論説記者が、Hudson 河底隧道のボウリング<sup>1)</sup>を引用し丹那隧道の世界的難工事であることを評し、“Without geological investigation and borings”で此の如き大隧道工事に着手したことは、日本人が如何に驚くべき大膽さを持ち合せてゐるかを知る、と云つた風の文句で暗に我が鐵道當局の無謀を揶揄してゐる(第 4 圖)。過般東京で開かれた World Engineering Congress でも、各國の技術者から丹那隧道の位置選定問題が俎上に載せられ、各國の隧道技師から工事着手前何故に地質調査に重きを置くかを實例を擧げて報告され、最後に結局丹那隧道の難工事は日本の地質學者の無能と當局がボウリングの必要を認めなかつた怠慢の結果であるとさへ非難された。最近又獨逸の Bautechnik 誌、佛蘭西の Revue générale des Chemin de Fer 誌でも同様な非難の記事を見た。

結局彼等の結論に従ふと日本人のやり方は『一文吝みの千両失ひ』だといふことになる。地質學者の現場踏査及び室内研究費やボウリングの工費等は總工事費から見れば九牛の一毛である、況んや地質調査をしなかつたため如何ばかり巨額の工費を損失したかに想到する時、期せずしてかの Bautechnik の論説記者の名文句 “Ohne bautechnische Geologie kein wirtschaftliche Bauen (土木地質學なしには經濟的工事は不可能なり)” のスロオガソに到達することにならう。

<sup>1)</sup> Berkey, Engineering Geology of the Catskill Water Supply, American Society of Civil Engineers, Vol. LXXX VI, 1923, p. 1-91.



第4圖 Hudson河底地質調査圖

丹那隧道の事実が既に然り、小諸の貯水池に於ける堰堤の決壊が如何に多くの工費と人命を失つたか、最近は鬼怒川堰堤の如きは地質調査不完全のため工事半ばにして堰堤の止水壁の掘鑿で大断層を發見し、この位置は貯水池の條件としては不適當であることを確認し遂に既に投じた多額の工費の損失を覺悟の上で工事を放棄した例さへある。

我れ等の土木地質學も亦前述した如き土木地質學なしに經濟的工事は不可能なりのモティフに出發した。而してその目的のためには飽くまで現實的に忠實な自然の模寫を期した精確な地質圖の作製といふことを主眼としてゐる。従つてこの點から見れば所謂土木地質學者といふ専門家の必要は毫もない又あるべき理由もない、唯土木工事に關係する地質調査をなす地質學者が有能な Stratigrapher であれば充分なのである。而してボウリング其他の内診的方法でその調査をチェックし、精確な事實に最も近い最も reasonable な地質縦斷圖を提供すればいいのである。

本書特に第二部第三章及び第四章で述べようとする所は、此の如き最も有能なる Stratigrapher は最良の土木地質技師であるといふ見地から、地質調査が如何なる場合に土木工事に役に立つたか或ひは將來役に立たせたいかを、筆者が経験した多くの實例に就いて説明しようといふのである。

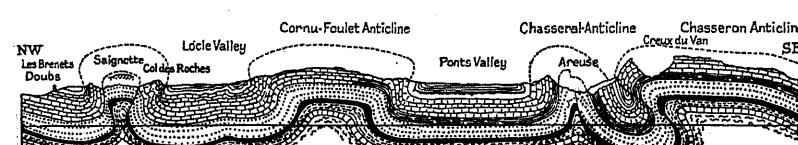
それを逆に土木技術者に取つて云へば、簡単な然し乍ら正しい地質學の普通の一般の知識さへ持ち合せてゐれば、一寸した注意だけで充分經濟的な工事をなし得るといふことになる。その意味で本書には特に第一部地質概論を加へるが別にそこに眼新しい特殊な方法や知識を必要とするのでもない。唯地質學者と土木技術者とが密接な交渉と正しい理解を持つやうになればよいのである。兩者の完全な提携が欲しいのである、云はばその仲介者の役目を果すものが我が土木地質學であると云つても差支へない。

土木地質學として云いたいことはもうこれだけで充分であるかも知れない。所で第二部第七章以

下に述べようとする所は前者とは大分趣を異にしてゐる。或ひは土木地質學の項目とは云へないかも知れない、尠くとも地質學ではない——應用地質學とも云へないかも知れない。唯筆者が土木工事に關係してゐる中、土木技術者の地質的工學、換言すれば大地の工學に幾分か親しむやうになつたことに依る。筆者は之れに *Geomechanik* の新造語を與へた。種々雜多の如何に多くの問題が斯うした考へ方の下に取扱はれつゝあるか、全ては未完成のまゝ乍ら論ぜられ考究せられ實驗せられつゝ歩一步進みつゝある。そこには新興科學の濺淵たる姿を見ることが出来る。

近頃——各國を通じて土木工學界の一つの流行として *Geotechnische Kommission* といふ研究機關が設立され始めた、我が鐵道省の土質調査委員會もその一つである。これが即ちかの *Geomechanik* の觀念を基礎とした研究機關である。この最も取扱ひ困難な大地を力學的に解剖して工學的に利益を得ようといふのが目的である。

物質の力學的研究は一方は鋼から即ち剛體力學から、他方は水から即ち流體力學から、兩側から

第5圖 Nadai の取り扱つた地質構造とプラスティック滑動との關係  
(アルプスのジュラ山地の褶曲山脈の断面)

攻め立てられて來た、  
その中間に當る粉體  
力學こそは曲者であ  
る、彈性體でもない  
プラスティックな物體

でもない中間の性質を持つた物體の力學、換言すれば土壓論こそが最後的一大難關である。

狹義に云へば土壤學と土壓論、而かもこれを廣義に云へば地質學と應用力學とが茲に兩手をつなぎ合せて進んで行かうといふのである。實に壯大な企ではある。これさへ解決が着けば物質の本性は全て白日の下に曝られ出されようといふことにもならう。

幸か不幸か筆者もこの龍卷の中に巻き込まれて來た一人である、或ひはもう土木地質學とか何んとか云つた小さな城廓を守つてゐる時期ではないかも知れない。この *Geomechanik* の研究方法が結局は地質學の根本原理を培ふものであることは元より論を俟たない明白な事實である。

もう既に Göttingen 大學の有名な應用力學者 Nadai <sup>1)</sup> が北米材料試驗協會の 1931 年大會の講演 “The Phenomenon of Slip in Plastic Materials” に於て地層の切斷滑り面の發生に關する力學的説明をしてゐる(第5圖)。我が東大の應用力學の山口昇教授の、この *Geomechanik* 的研究は筆者が度々紹介した通り既に周知のことであらう。

以上の如き理由に依て本書は最早『土木地質學』の範圍を超へやうとしてゐる、乃ち題するに『地質工學』の銘を以てした所以である。

1) Proceedings of the American Society for Testing Materials, 34th Annual Meeting, Vol. 31, 1931, Part II. Technical Papers, pp. 11-46.