

目次	1. 地震に対する設計の一方法	2. Carbide insert rock bit
	3. 深い砂利層のダム地点で漏水をとめるために行つたセメント注入工法について	4. 海岸侵蝕と海岸防護
	5. Zeebrugge, Ostend 両港の模型実験	
	6. 5本のトンネルから成る地下鉄駅	

地震に対する設計の一方法

地震荷重に対して構造物の応力計算をする場合、一般に実験式を基としているが、Engineering News-Record Dec. 1, 1949 に、動力学的理論に立脚した新しい建築規格の案が発表せられて居るのでここに紹介する。

此の案は 1949 年 11 月 1 日に、San Francisco 地区 A.S.C.E. と北部カリフォルニア建築技術者協会の Joint committee に提案審議されたものである。

此の案は単振動が複雑な形に組合わさつて作用する地震力を、単純な理想的構造物に作用させて求めた振動について詳論したものであつて、この中には次の問題が含まれている。

1. 地盤が構造物に及ぼす全剪断力の決定
2. 構造物全体に働く剪断力の分布状態

単純な構造物の振動

重さのない片持梁の端に集中荷重のある様な場合の振動については、理論的にも実験的にも研究されている。又一定の地震力に対して、週期の変化する様な理想的構造物について、力の作用は既に測定されている。この力の作用は一定の地震加速度を生ずる様に作られた模型により生ぜしめた基礎剪断力と一致している。

M.A. Biot は California の工芸協会の研究所で地震加速度を生ずる模型について、単純振り振子の作用を機械的に分析する方法を実用化した。実験の結果 Biot は「標準加速度スペクトル」と呼ぶ曲線を得た。(図-1 No.1 参照)

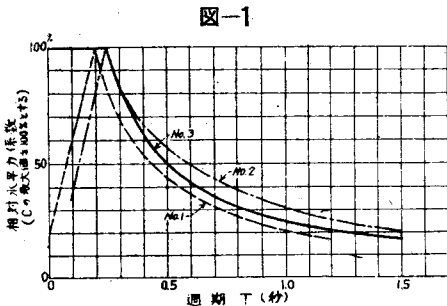


図-1

E.C. Robison が California, El Centro で得た資料による曲線は図-1 No.2 に示してある。

図-1 で判る様に、Biot と Robison の両曲線の最大水平力係数を 100% とする縦軸をとると、両曲線共 0.2 及び 0.25 秒に頂点を有する簡単な形をして居る。この曲線は構造物が理想的に配置され、少しではあるが内部に力が吸収される為、実際より大きい値を示している。この点を考慮して Committee は設計の実情を考えて No.3 曲線を提案した。

これによれば曲線の頂点に対する週期より小さい週期については水平力係数は減少しないものとし、0.25 秒より大きい週期については、双曲線に沿つて減少するものとする。

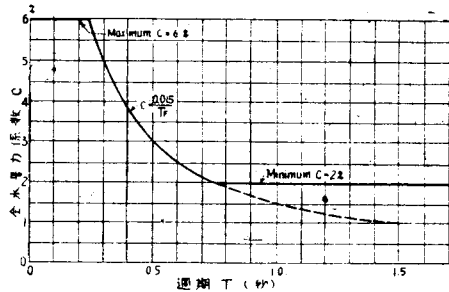
$$C = \frac{K}{T} \dots\dots(1)$$

C: 水平力係数 K: 定数 T: 振動週期 (秒)

Committee は上式で K の値を 0.015 に採る様に規定している。この数値は実験及び技術的検討の結果に基いたものである。

建築規格では実験に基いて全水平力係数 C の値を 0.02~0.06 に規定している。(図-2 参照)

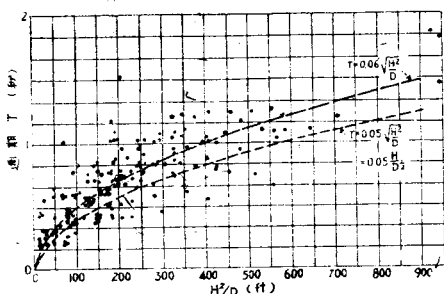
図-2



振動週期の決定

米国の Coast & Geodetic Survey は建物や構造物の振動週期の測定を行つた。図-3 は代表的な建造物の週期を $H^2/D-T$ 軸にプロットしたものである。ここに H は建造物の高さで、D は考慮している方向の巾で単位は ft である。図-3 のプロットされた点は

図-3



広範囲に散在しているが、他の色々な軸をとつてプロットした図の中で最も相関性があるものである。

平均曲線は次式で示される。

$$T = 0.06 \frac{H}{\sqrt{D}} \quad \dots\dots(1)$$

しかし Committee は内輪の設計をする場合に次式を推薦している。

$$T = 0.05 \frac{H}{\sqrt{D}} \quad \dots\dots(2)$$

しかし Committee はこの式を規定しているが、将来更に正確な規定が出来ると考えられる。

現在基礎剪断力を求めるには次式を用いている。

$$V = CW \quad \dots\dots(3)$$

V : 基礎剪断力 W : 建造物全重量

均等に作用する力が基礎剪断力としてどの様に分布されるかは、今後に残された問題である。一般に地震力は建造物の各階に水平に作用すると考えられる。隔壁の役目をしている各階の床面は、荷重を各壁体に分布する。ここで問題になるのは、基礎剪断力が各階の床面にどの程度作用するかである。Committee はこの水平力に対して次式を出した。

$$F_x = \frac{V w_x h_x}{\sum w h}$$

F_x : 基礎よりの

高さ x の点に

於ける水平力

w_x : x 点に於ける

鉛直力

h_x : 基礎より x の

点までの高さ

(ft)

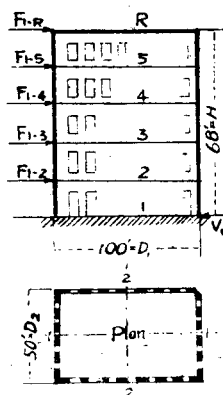
$\sum w h$: 建造物全体

についての

$w h$ の合計

5階建矩形建造物にこの方法を適用したのが次に示す例である。

図-4



Δh (ft.)	h (ft.)	w (kips)	$\frac{wh}{10^3 k}$ (ft.)	F_1 (kips)	F_1/w (%)	F_2 (kips)	F_2/w (%)
	68	500	34	39.7	7.95	28.1	5.62
12	56	1000	56	65.4	6.54	46.4	4.64
12	44	1000	44	51.3	5.13	36.4	3.64
12	32	1000	32	37.3	3.73	26.5	2.65
12	20	1000	20	23.3	2.33	16.6	1.66
20	0	150	0	0	0	0	0
合計		4650 = W	186 $\sum wh$	217.0 = V_1		154.0 = V_2	

$$T_1 = \frac{0.05H}{\sqrt{D}} = \frac{0.05 \times 68}{\sqrt{100}} = 0.320$$

$$T_2 = \frac{0.05 \times 68}{\sqrt{50}} = 0.453$$

$$C_1 = \frac{0.015}{T_1} = \frac{0.015}{0.320} = 0.0468$$

$$C_2 = \frac{0.015}{0.453} = 0.0331$$

$$V_1 = C_1 W = 0.0468 \times 4650 = 217$$

$$V_2 = 0.0331 \times 4650 = 154$$

$$F_{1-x} = \frac{V_1 w h_x}{\sum w h} = \frac{217}{186} w h_x = 1.17 w h_x$$

$$F_2 = \frac{154}{186} w h_x = 0.828 w h_x$$

(国有鉄道施設局 近藤時夫)

Carbide insert rock bit

Engineering News-Record, Feb.9, 1950

アメリカにおいては、最近の2年間に、掘進速度の大きな、摩耗量の少ない炭化物を植こんだビットが、岩石掘削の分野にはどこにも分け入つて来ている。最初から請負者と採石夫はこのビットの実績に魅力を感じ、これを試し多くの場合ほとんど穴くりにこのビットを採用した。

昨年来このビットは東部の大岩石掘削工事に多くに用いられ、その例は New England における2ヶ所のトンネル工事、Pennsylvania 専用道の延伸工事、Palisades Interstate Park の道路、New Hampshire 専用道、Connecticut 州の計画工事及び New York 市の掘削工事等で小型ドリルにも、ワゴンドリルにも用いられつゝある。

これが急速に用いられるようになったのは、おそらく過去15年間岩石の穴くりについてあらゆる技術的な努力とエネルギーが、空気圧縮機、空気設備及び圧縮空気用器具に注がれて、ビットはほとんどかえりみられなかつたので、この点改良されたものが渴望されていたという事実によるのであろう。

ビットについて

Carbide insert ビットとは、附替可能の岩石穴くり用ビットで、一文字双のものと十文字双のものがあ
り、そのもつとも大なる摩耗をうける双先の部分がタ
ングステン炭化物を固めたものをビットの本体にロウ
付けにして植えこんだものになつている。一文字の
Carbide-insert ビットは、ゲージ杯に一文字に炭化
物を植えこんだもので、相当な摩耗を考慮して、深く
取付られている。これには、直径が $\frac{1}{8}$ in 刻みに $1\frac{1}{2}$
~ $2\frac{1}{2}$ in のものがある。

十文字の Carbide-insert ビットは、双先を形成する
ためにタングステン炭化物がビットの摩耗部先端に、
その中央で十文字に直交するように本体に植えこまれ
ている以外は、標準の附替用鋼ビット同様に設計され
ている。この大きさは特別のものでは直径 $5\frac{1}{2}$ in の
ものまでであるが、普通 $\frac{1}{8}$ in 刻みに $1\frac{1}{2}$ ~ $2\frac{1}{2}$ in で
ある。

この Carbide inserts はコバルトと結合されたタ
ングステン炭化物粒子から成る粉末の冶金生成物であ
る。その 100 分率成分は製作者によつて異なるが、一
般に硬度、粒度及び Carbide insert の破壊強度は標
準化されている。

Carbide ビットの実績は同条件の下に、標準の附替
用鋼ビットと比較するの でなければ、正確には測りえ
ない。

次に実績を示すが、この記録は試験又は現場の結果
から採つたものである。

A. ジャックハンソマエの適用例

New England の Trap rock 採石場の代表的な岩
石小割りのための穴くりの例が表-1 に示されてい
る。

表-1 岩石小割りのための穴くり工費分析
(Trap rock)

項 目	2in鋼ビット	$\frac{1}{8}$ in カー バイドビット
穴くり速度(in per min)	3	8
1日当り穴くり延長(ft)	80	175
ビット当り穴くり延長 (ft)(研磨を含む)	3	400
ビット費(研磨費を含む)	\$0.66	\$16.00
穴くり 1ft 当りの材料費	0.22 per ft	0.04 per ft
穴くり 1ft 当りの労力 費(日給 \$12.00)	0.15 per ft	0.07 per ft
労力費材料費合計	0.37 per ft	0.11 per ft

B. ヘビーニューマチックロックドリルえの適用例

Carbide insert ビットはワゴンドリルとヘビードリ

フタえの使用でもつとも激しい試練を経て来た。New
England で最近完成した道路工事で Carbide ビット
を 100% に使用した結果は、表-2 の通りである。
この工事でビット当りの平均総作業量は、1 200 ft で
あつた(中硬岩)。これらの数字は材料費のみを示し
ているが、実際の節約は穴くり速度の増加とドリル鋼
の交換時間の節約とがあるから、労力費にあるのであ
る。平均穴くり速度は 2ft/min であつて少くとも鋼
ビットの 2 倍である。

表-2 道路工事の穴くり工費分析(中硬岩)

岩石の特徴……研磨を含め、鋼ビット 1 ケで 10~12ft の穴くりをなしうるもの	
総穴くり延長(カーバイドビット) ……………	75 000ft
岩石取除き量合計 ……………	75 000cu.yd.
カーバイドビットの費用合計 …………… (研磨を含む)	\$1 100.00
岩石穴くり 1ft 当りのビット費……	$\frac{1 100}{75 000} = \$0.013$

この Carbide insert ビットは岩石穴くりにおける
工費の評価に新しい原則を齎した。これは労力を節
約するものであつて、器具そのものは高価ではある
が、寿命が長いので、鋼ビットよりはるかに安い総合
単価を示している。

Carbide insert ビットの利点

a. 鋼ビットに比し Carbide ビットの穴くり速度
が大なので労力費を低下せしめる。又このビットは堅
岩に出会つても速度が落ちないので現場の工事設備全
体の能率を發揮せしめ易い。

b. 双先を研磨してから次の研磨までの寿命が長い
ことは鋼ビットにまさる第 2 の利点で、大部分の工事
では Carbide insert ビットの研磨のための取替は 1
日に 1 度だけで済んでいる。

c. 単一の穴にはビットの大キサを変える回数少な
い事が必要である。Carbide ビットは大キサを変え
ないで深孔を掘ろうとする傾向はあつたが、現在は
18ft とか 24ft という長い穴にはドリル鋼が容易に抜
きうることを考慮して 2~3 回ビットの直径を変える
ことが良いと云いうる。

d. ドリル鋼の費用が少くなる。Carbide insert ビ
ットを用いると、ロットの破損が少い事、ロットのね
じ山の寿命が長い事が発見されて来ている。

Carbide insert ビットの缺点

a. Carbide ビットは鋼ビットより取扱いと使用に
多くの注意が必要で、このため訓練が必要である。

b. このビットは通称 “dull point” の状態(双
先が摩耗して $\frac{1}{8}$ ~ $\frac{3}{16}$ in 巾の平たい部分)のできた
状態)を越えても穴をくり続けらるので、この状態で

堅岩をたたく際には極端な反動が生ずる。

ビットの効果的な使用

Carbide insert ビットは今後広く用いられるようになるから更に価値ある資料が期待されるが、現在においても適当な使用方法について少数の結論を引出しうる。すなわちその重要な一つは、研磨してより次の研磨までの穴くり延長を制限すること。第二にはドリル鋼の性質と、鋼ドリルロットのねじ山とを調節することである。

大工事においては、ビットについて適切に処理しうる能力ある者を任命して、孔くり作業に責任を有せしめることが必要である。このことは費用の浪費に思われるが、彼自身が極めて速かにこの消費が正当なることを証明するであろう。

深い砂利層のダム地点で、漏水をとめるために行うセメント注入工法について

Experimental Grouting Investigation for Chief Joseph Dam J.M. Wells Journ. of ACI No.5, Vol.21, Jan. 1950.

Columbia 河に造られる Chief Joseph Dam の地点には、180 呎の漂石粘土の層と、その下に 110 呎の砂利層があつて、このまゝではダムを造ることが出来ない。それで、この砂利層をセメント注入によつて固結し、漏水をとめようという計画が立てられた。この論文は、この予備試験として現場で行つた注入についての報告である。

この実験で、次の各項目について研究が行われた。即ち、(1) 透水層に容易に注入することの出来る注入材料、(2) 砂利層に数多く掘らなければならない注入孔の掘鑿方法、(3) 透水層に注入材を十分注入させる方法、(4) 注入効果を判定すること、の各項にわたつている。これらの実験から得られた結論は次のようである。

(1) 注入して漏水をとめるために用いる材料について実験室で種々研究が行われたが、その結果、ポルトランドセメントグラウトで十分砂利層に滲透させ、これを固結することが出来ることわかつた。アスファルト乳剤を混合して用いることも有利であるが、気温が低下すると、注入作業に支障が起る。それで、現場実験では、ポルトランドセメントグラウトを用いることにした。注入した後で試験孔をほつてしらべた結果以上のことを確認することが出来た。

(2) 注入孔を圧力水で射出して掘ることを試みたが、細粒ばかりの層では非常によい効果を取めること

が出来ようであるが、少し大きい粒の砂利層では、大きい粒子が射出口に集つて掘り進むことが出来なくなる。このような層では、重いチャンドリルを用い、又シフトにあたり約 10ft の長サにするのがよい事がわかつた。

(3) 注入孔と注入パイプとの空隙には 3/4" 以下の粒のそろつた砂まじり砂利を埋込めば、グラウトがこゝから漏れでることがない。

(4) 注入後、試験坑をほつて注入の状態を観測した結果、砂利層は十分よく固結されており、深サ 23ft の所から基盤面の 52ft の所までの間からは殆んど漏水はなく、注入を行わない上層部、基盤中のひび割れからは依然として漏水があつた。

砂利層中にある砂層には、注入効果はなく、多少の漏水が認められたが、粘土を含む部分では木材支保工をすることなしに直立した状態を保ちうる程度に固結されていた。

(5) 注入作業は、岩盤から 5ft の層で打上り、各々の注入孔で交互に注入作業を行うのがよい。

(6) 注入は、最初は水 5 に対してセメント 1 の割合で試み、注入圧が 150 psi に達するまで次第に濃いグラウトにかえるのがよい。

(7) 注入孔の間隔は 7.5ft 位がよいが、場所によつては、これ以上に広くとつてもよい場合がある。

(8) 注入に要する費用の概算は次のようである。

工 事	全費用 (ドル)	長 サ (ft)	1ft 当りに 要する費用 (ドル)
6" dia の孔ほり及び注入管の敷設	5759	403	14.30
5ft 層で行う注入作業	7253	240*	30.00
全 費 用			44.30

* 岩盤上 40ft の層を 6 個の注入孔で行つた。

海岸侵蝕と海岸防護

By Martin A. Mason. Dock and Harbour Authority. Nov. 1949.
P.p. 213.

一般に、海岸変形を、その規模の面から分類する時は、巨視的、微視的の 2 つに分けられる。巨視的海岸変形の中には、地文学的変形も含まれ、例えば、岬の先端が削り取られ、それに関連して砂嘴や砂洲が形成されて行く現象、或いは、汀に何か障害物が出来て、それと関連を持つて潟が作り出されると言う現象等が地文学的変形の一つである。

米国における水際線の総延長は、5 大湖を含んで、約 8400 km に達するが、その全線に互つての変動を

見ると、平均して年間に少くとも約 30cm、陸地が侵蝕されている事となる。従つて、種々の工学的な問題を生じて居り、それに関しては、数年来 Corps of Engineers (工兵隊) が最大の注意を払つて来た。

米国に於いて、海岸問題の研究の重要さは、長い間聯邦及び州の法制によつて認められて来たが、政策的に、聯邦に於て、その財政的な負担を引き受けるようになったのは、僅かに 1945 年及び 1946 年からである。1930 年には、海岸侵蝕の問題の研究に関する項が、河川港灣法に追加せられ、1935 年には "あらゆる河口及び入江の改良計画には、その両側 10 哩迄の間に於て予測される諸影響について、充分なる考慮を払わねばならぬ" と言う規定が、同法に更に追加された。海岸防護についての學問を発達させる為に、1945 年の 79 議會に於て、聯邦の責任が、公法 166 号として可決された。

最近の海岸制御に関する法制としては、1946 年の 79 議會の公法 127 号が、海岸防護に対する合衆国の政策を宣言し、防護の為の修築工事には、総工費の 1/3 迄の範囲で、聯邦が補助金を与える事を規定している。

海岸侵蝕の問題を研究するには、次の 2 つの概念を用いる。その 1 つは、地文學的單位であつて、これはその周辺地域に於ける物理的諸条件に関係なく、自然地理學上の現象を取り扱い得るやうな、一つの限定された地域を言つて居る。他の 1 つは、その地域内の物質及びエネルギーの平衡関係である。物質の平衡関係は (1) 沿岸漂砂として、水際線に沿つて横方向に移動する物質の量、(2) 附近の海底と水際線附近の地域との間の物質の出入、(3) 附近の陸地との間の物質の出入、(4) 河等によつて排出された物質の供給、等の 4 つの事象の割合として考えられる。しかし、不幸にも科学の現段階に於ては、此等の諸項については、定性的な取扱い以上の事を行う事が出来ない。

次に、物質は色々の形のエネルギーの作用によつて海岸線に運ばれているのであつて、潮汐のエネルギーの作用も重要であるが、波と流れとの作用は、それにも増して重要である。波が岸に於て碎ける時、そのエネルギーの大部分は、汀線附近の物質の移動を起す作用力として働く。岸に斜に當つた波は、水際線に沿つた方向への沿岸漂砂を持続するのに大きな役割を持つている。次に、流れは、その速さは小さくとも、碎波によつて浮遊せしめられた物質を運搬する事となり、約 50cm/sec 以上の流速を示す流れは、時として、海底物質を持ち上げて運び去る。以上の他に、風の運搬作用、大氣下の侵蝕作用によつても物質の移動が起さ

れる。

これ等の作用によつて移動させられる物質は、いづれにしても、岩石の分解生産物である。この個々の粒子の大きサ、形、組織と鉱物成分及び粒子の集合物中に含まれる粒径の範囲は、その物質の補給源及びその物質の受けて来た力学的経過と密接な関係がある。平均粒径又は中心粒径は、運搬方向に従つて減少して居ると言う事は良く知られている。

海岸防護工作物に働く外力としては、地震力、波の直接の破壊力及び洗掘の如き、2 次的に働く力が存在する。

次に、海岸侵蝕への対策を立てる方法を述べよう。先づ、物質とエネルギーの定性的平衡関係を明瞭にするには、その空間的位置と、実在する物理的条件を知らねばならない。空間的位置をはつきりさせるには、平均水面下 18~30 呎迄の地形を正確に知らねばならない。航空写真は一般にこの目的の為に重要な補足的役割を持つている。物理的条件としては、風の記録荒天の特性と影響、その影響を及ぼす原因、その地域の地質、特に漂砂物質について良く調べねばならない。

漂砂の問題に対しては、(1) 汀線構成物質の補給源とその特性、(2) 問題となる地域に出入する物質の量 (3) 物質が補給源から問題となつている汀線を通つて他の地域に動く方法、の 3 項目について調べる。此の問題に関する知識を基として、(1) 望ましい結果を得る為に、どのやうにして、物質の移動の割合を変えるか、(2) その中で実行可能な方法の設計に必要な諸条件、(3) その中の各々の方法の経済的価値及び費用の 3 点を考える事によつて、問題解決の道が開かれる。

海岸防護の構造物としては、防波堤、突堤、隔壁、海壁、護岸及び水制が知られ、構造物によらない方法として、海岸物質の人工補給が屢々奨められている。

海岸研究と海岸防護法の将来の発達の為には、海底の地形及び地質の根本的調査と、財政的な援助との 2 点が最も必要であると著者は信じている。此の分野に於て、基礎的、応用的調査に力強く取りかかり、それを継続して行くと言う事は、我々に取つて最も必要な事である。しかも、問題は技術的に非常にむづかしく、強力で活潑な政治的経済的な支持が無くては解き得ない状態である。

(運輸技術研究所 大久保喜市)

Zeebrugge, Ostend 両港の模型実験

L. Bonnet & J. Lamoen "Model Experiments on the Belgian Ports of the North Sea" The Dock and Harbour Authority Oct.~Dec. 1949

港灣の埋没、浸蝕及び遮蔽に関する模型実験の価値に就ては、従来より色々論議されてをり、中には模型に於ける歪ミ、浮遊堆積物の分子の大キサ等を挙げて、実験と現実とは全く異ると考える悲観論者もある。然し現にこの種実験を行つて成功した港灣が多数あり、一概に模型から出された結論が信用出来ないと言いきる充分な理由もない。

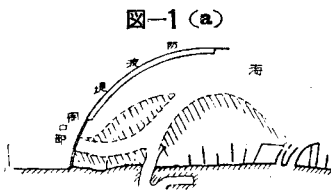
次に紹介するベルギーの Zeebrugge, Ostend 両港の模型実験は Antwerp の土木水理研究所で行われたもので、その著しい特徴は現地の現象を模型に再現するため採られた実験手段である。在来の模型実験が流体力学の数式にとらわれ過ぎて、やゝもすると複雑な海の現象を再現出来なかつた恨みがあつたので、本実験では専ら現象の類似に主力を注いだ訳である。

1. Zeebrugge 港 地形は図-1(a)に示す如き1本の曲つた防波堤約2600mで180h.a.の水域を囲み、水理条件は潮差約4m、潮流約3節、海水含泥量約0.3kg/m³であり、潮流以外の流れはない。故に港内には泥土が多量堆積する傾向があり、防波堤築造当初は基部を約100m開け、これより浸入する潮流によつて堆積を防ごうとした。然し開口部の水深が浅いため所期の効果が得られず、後にこゝは塞がれた。其後、年と共に泥の堆積は増す許りで、ベルギー政府はその解決策を見出すため、模型実験を行うこととした。

模型は平面縮尺を1/650、沿直縮尺を1/64とし、実験は最初に清水による潮流の流況測定、第2に泥水による港内堆積量の測定、第3に開口部の形状による港内堆積の変化状況調査、最後にNE、NWの波に対する港内の波高減衰率を測定し、その結論として開口部を300mに拡げ、水深を-6.00~-7.00mに深め、更に図-1(a)の斜線部の半島及び島を設けて2水路を作り、それによつて生ずる流れで堆積を防ごうとする計画を推している。

実験として面白いのは第2の港内堆積量の測定であ

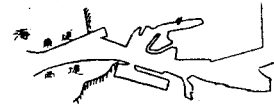
る。泥水を流すとき、停滞水域に於ける泥の沈降堆積量が時と共に定常的に増加するような流



速20cm/secを予備実験で定め、この流速で落潮47分、漲潮46分、を交互に4回繰返し泥水を流す。港外水は15分間隔にガラス棒で資料を採り、港内水は実験が終る度に港内のみを遮断、攪拌して泥を一様に分布せしめて資料を採る。各資料は口紙焼却試験法で含泥量を計り、模型に於ける港内外の含泥量比を各計画毎に求め、ついで現地港外の含泥量より実際に港内に堆積する泥量を推定している。この計算によると現状では月14.2cmの港内平均堆積が生ずることになる。

2. Ostend 港 図-1(b)の如く、非常に細長い運河のような港

である。港口は東防波堤約450m、西防波堤約600mにはさま



れる巾約120mの水路である。本港には流入河川がないけれども、Bruges-Ostend 運河及びNoovd Eedeに水門、調節堰堤で連絡されて、港内へは水と共に年約270000m³の泥が流入される。又流入海水が毎立米250grの泥(乾燥重量)を含むから、潮流によつて海から泥が年約1000000m³港へ入る。勿論この泥が全部堆積するものでなく、干潮のとき海へ相当量出る。従つて本港は年平均約900000m³の浚渫量で維持される。

Ostend 港の模型実験の目的は、狭い港口を70m拡巾して操船の便を計る計画が港内の泥土堆積にどんな影響を与えるか、NE、NWの波に対して計画港内の波高が何程減衰されるかを検討するにある。平面縮尺1/400、沿直縮尺1/60の模型に於て、流況測定を行ひ、港内外、表底層の渦の有無を調べて、泥の堆積を推論し、又波高測定は港口附近の航路に沿つて4点を選び、電気計数器応用の波高計を使用している。結論は計画と現状とは泥の堆積、波の減衰から見て大差なく、計画案の西突堤を更に80m沖へ伸ばせば良くなると指摘してある。(谷口博)

5本のトンネルから成る地下鉄駅

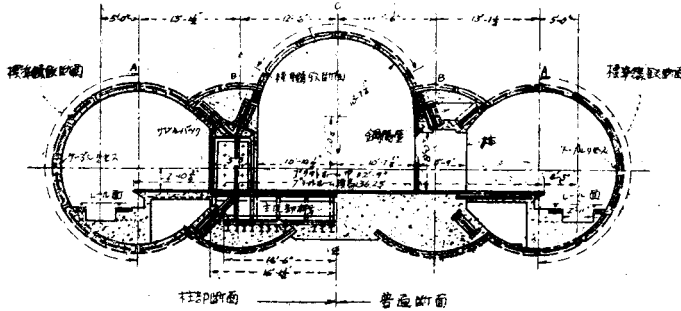
Engineering News-Record, Jan. 12, 1950

ロンドンの Newbury Park 地下鉄道延長工事における新 Grants Hill 駅は、諸事務室と多い乗客を収容するため、軌道間に52ft 9in 巾の中央コンコースが必要であつた。London clay の中に、1本のトンネルでこれだけのものを造ることは、月並の工法では無理である。この鉄道として駅のためのトンネル

は、普通直径 21ft $2\frac{1}{2}$ in のものを用いているので、この大キサの水平坑が5本、別々に、ただし overlap して掘られた。

次にその工法を示す。(図-1 参照)

図-1



1本の仮設木造出入口用シャフト(後にコンクリートでまきたて換気用シャフトにした)が、この駅的一端にコンコースの中心線からそらして造られ、駅他端外方に、直径 15ft の铸铁でまきたてたシャフトが掘られた。この円形のシャフトから、横断方向の導坑によつて2本の軌道線に至り、12ft の走行トンネル(A)がこの駅の入口まで掘られた。

先進導坑

図-2の段階1に見られるように、2本の 8ft 6in の先進導坑が、駅の全長に互つてトンネル(A)の線に沿つて掘られた。一方では、22ft 9in のエスカレータシャフトのための、12ft の先進シャフトが、上下層を連絡するために掘られた。

次いで(段階2)駅の両端から、tube (B) に対する 12ft の先進トンネルが着手された。これは掘削用シールドを組立てる直径 25ft のシールド室に拡張された。(段階3)トンネル(B)が向きあつて押し進められ、直径 21ft $2\frac{1}{2}$ in、巾 20in の铸铁のリングでまきたてられた。tube (B) が完成されつゝある間に、tube (A) のために、先進トンネル端にシールド室が準備された。

段階5において8本の短い横断導坑が、tube (B) を連絡するために掘られ、1本の 7ft の先進導坑が tube (C) の頂部切掘げのため、駅の中心線に沿つて着手された。柱を支える横方向の鋼ゲタが、横断掘削部を通じて設けられ、これはコンクリート中に据えられた縦方向のケタによつて支えられた。鋼材は総べて用いられる最長のケタを通してうのように造られた。前記矩形木造シャフトから持込まれた。

段階5で各 tube (B) において縦方向の骨組と共に、8本の鋼柱が架設されていることがわかり、tube (B) の屋根はこの柱によつて支えられた。これで tube (C) の切掘げ

とまきたてができる。

最終段階で、トンネル(A)の先進 tube は 21ft $2\frac{1}{2}$ in に切掘げられる。

標準の 21ft $2\frac{1}{2}$ in のシールドは tube (B) の掘進と、tube (A) と (C) の先進 tube の切掘げに用いられ、横断方向の掘削には手掘工法が用いられた。頂部 tube (C) の掘進と切掘げのみ、5~6 psi の圧縮空気中でなされた。この圧縮空気使用の決定は、tube (B) 掘削の際、その頂部になされた 6ft の探査用 Auger hole によつて、1ヶ所浅い clay cover が発見されたときになされた。

屋根セグメントの最後の支えをなすに先立つて、重なり合う tube section の仕上げがなされ、あらゆる接合部は防水のため鉛を詰められた。あらゆる断面が最終寸法に切掘げられ、構造用鋼の骨組上に支えられると同時に、プラットフォーム、路盤及びトンネル端部壁のコンクリート打込みがなされた。

Mott, Hay 及び Anderson 氏等が顧問技師であり Edmund Nuttall, Sons and Co. of London がこの駅の請負者であつた。(當銀 清一)

図-2

