

神戸港の埋立と宅地造成事業について

宗 宮 義 正*

神戸港はわが国最大の貿易港として日本の産業経済の発展に寄与している。昨年の実績によると入出港船舶は88000隻で取扱貨物は2400万tに達し、これらの数字は毎年10%に近い増加率を示している。埠頭施設も摩耶埠頭や兵庫第三突堤の建設や既存突堤の改良が行なわれているほかに新しい埠頭計画もたてられている。

しかし神戸港がその機能を十分に発揮するためには突堤以外の諸施設も増強することが必要である。埠頭地区をはさんでその西に34万坪、東に150万坪、合計184万坪の埋立計画を作ったのはこのためであり、この埋立地をかこむために新しくできる護岸の総延長は33kmとなり、大小さまざまな船舶の接岸が可能となるが、いわゆる重化学工業のコンビナートを造成するのではなく流通機構の場を拡げることには主眼点が置かれている。

この埋立に必要な土量は西部で1100万m³、東部で



7400万m³、合計8500万m³で総工費は397億円である。このほか、摩耶埠頭建設用の土砂を加えると約1億m³の土砂を必要とする(計画平面図、その他詳細には土木学会誌第48巻第3号を参照)。

埋立用には一般にしゅんせつ土砂が使用されるが本港内の土砂は粘土が多く水深も大きい。また六甲連山は市街地の背後にせまってきており、山と海との距離は2kmにも足りない。

それで山土を埋立用に使ってその跡を宅地にすることになり、土砂採取地としては4カ所を選び6500万m³を運ぶことにした。ここに注意を要するのは山土の見掛比重は平均2.25であるが、埋立地に運ばれて圧密されても1.8にもどる程度である。すなわち一度ルーズになるため埋立地では2.5割だけかさが増えるのである。所要土量のうち残りの土砂はしゅんせつ土砂、その他を使用

表-1 神戸港海面埋立全体計画表

工 区 種 別	単 位	全体計画	東 部 海 面 埋 立 地					西 部 海 面 埋 立 地			
			第1工区	第2工区	第3工区	第4工区	小 計	第1工区	第2工区	第3工区	小 計
埋 立 面 積	万 坪	184	34	28	34	54	150	12	8	14	34
埋 立 土 量	万 m ³	8495	1361	1346	1793	2822	7322	293	300	580	1173
護 岸 延 長	km	33.1	7.7	5.4	5.5	6.4	25.0	3.6	1.8	2.7	8.1
工 期 着 手			29.1.10	35.10.20	37.1.10	41年度		32.7.15	38年度	35.12.20	
完 成			38年度	40年度	41年度	45年度		39年度	40年度	38年度	
総 工 費	億 円	397	62	64	85	117	328	19	16	34	69

表-2 土砂採取地用途別区分表

区 分	渦 森	鶴 甲 山	高 尾 山	須 摩	計	%
土取面積(坪)	115 000	176 000	37 000	315 000	643 000	100
造成宅地(坪)	46 000	64 000	19 000	112 000	241 000	38
公共用地(坪) (公園道路)	34 000	47 000	8 000	151 000	240 000	37
のり面(緑地)(坪)	35 000	65 000	10 000	52 000	162 000	25
土 量(m ³)	800万	1500万	170万	4000万	6470万	
工 費(億円)	60	83	24	215	215	

する。

土砂を採った跡は表-2のように宅地24万坪あまりを造るほか、公園道路などの公共用地に24万坪を当て、残り16万坪ほどが斜面でここも草木を植えることになる。

このように土砂採取のために失なわれる自然美は極力人工の美で補なうわけである。

六甲連山はカコウ岩が噴出してきたもので水掃きがよく降雨の直後でも作業ができるし、つぶせば真砂になり圧密されやすいので埋立用には最適である。

* 正員 神戸市埋立事業局長

この裏山は昭和 13 年の梅雨期の末期に数日間の連続降雨量約 500 mm の大雨が降ったときばく大な土砂を押し流したくさんの犠牲者をだした。これは断層が大変に多いのと深層風化が進んでいるためで今回大規模な土取工事を実施するにあたっては、安全で確実な施工法を採用するため市長の諮問機関として委員会を設け、斯界の権威者 50 名ほどを委員に依頼し、工事施工中と完成後の防災対策について綿密な検討が行なわれた。この検討にあたって対象とした降雨量は 800 mm でこれは年平均降雨量の半分である。

このような大雨が土取場ならびに、その付近に降っても安全に本流に流下させることができるようになっていく。

また東部の埋立地付近は灘の生一本の本場で酒倉が海際に軒をならべており、酒造りには浅い井戸水が使用されている。埋立によって地下水の水位・水質・水量が変化しないよう徹底的な調査研究が行なわれた。

その結論にもつぎ陸地と新しい埋立地との間に幅 40~60 m のクレークを作り、水深を 3.5 m とし陸側の護岸は水抜穴をたくさん作り、埋立用土砂も透水性の大きいものを使うことにした。

西部の土取場のふもとには用水池がほぼ同じ標高に 5 つならんでおり、24 町歩の水田をうるほしている。各池の水源としては集水区域内に降る雨のうち地下水となったものの一部が使用されている。

これは山が急峻で風化も進んでいるので降雨とともに地表水は土砂をふくんだ鉄砲水となって谷川を流下するので、これをさけて地下水の自墳するのを池に貯めている。

集水区域内の土砂を一部取り去れば、地下水の流れかたはどのようになるかは学問的にも大変興味のある問題で、委員会の手でその対策がいろいろな角度から研究されている。

土砂の運搬にあたって市中にダンプカーを走らせると沿道の人々との間にトラブルが起きがちである。本市では西部の埋立については年間の輸送量もあまり多くないのでダンプカーを使用してきたが、西の高倉山からの土砂を東部の埋立に使用することになり、毎年 500 万 m³ の土砂を 7 年間にわたって運ぶことになった。山と海との間は 1 km があり源平の戦いで有名な一の谷川が深い溪谷となって流れているので、この上にベルトコンベヤーを走らせることにした。海岸線には国道・国鉄が平行しているのでこれらをひと足でまたいで海中に長さ 260 m の棧橋を作り、土運船に移し変えて片道 20 km を毎日 2 往復する予定でこのコンベヤー建設工事は本年 12 月までかかる。

ここに使用するベルトは日本で最大のものとなり、幅

は 2.1 m で毎時 5 500 t の土砂を運ぶ能力を持つことになる。

東部の渦森山は 800 万 m³ の土砂源でこれを第三工区に毎年 160 万 m³ ずつ 5 年かかって運ぶことになった。毎日 2 000 台の車が 6 000 m³ の土を輸送することになる。山から海までの距離は 4.2 km で、このうちほぼ半分の 2 km には人家が密集し国道・国鉄・私鉄・市電などが海に平行して走っている。これらと平面交差してダンプカーを走らせることは危険でもあり、時間の損失も多く沿道の人たちにも迷惑をかけることになる。それで建設省と兵庫県の特別な配慮を得て阪急電鉄付近から海までの間 2.4 km は住吉川を利用して河中に通路を造った。この川は昭和 13 年の災害後改修され河道は整理されており、単断面で河底の幅は 19 m 両岸は石張り護岸で直高 4.5 m 神戸市最大の河川の一つであるが平常はほとんど水がない。この川を複断面にして流心部 10 m を掘り下げ低水敷とし両側を幅 4.5 m ずつ高くして高水敷をつくりコンクリートで舗装して通路とした。この工事によって河川は補強され通水の便もよくなった。国鉄はこの川の下をくぐっており厚いコンクリートでできた水路橋の上を水は流れている。この部分では複断面にすることができないので水理実験などで検討した結果、流心部に高さ 1.2 m の遮水壁を設け流量 15 m³/sec まで(1 年に 10 数回)は安全にダンプカーがその両側の通路を運行できるようにした。この通路築造工事は昨年の 5 月に着工し本年 3 月完工した。

鶴甲山は 1 500 万 m³ の土砂源で毎年 300 万 m³ ずつを 5 年間で運び、摩耶埠頭第一区、第二区の 3 カ所に配分される。

1 年の作業日数は 280 日と想定しているから 1 日の運搬量は 1.07 万 m³ で 7 トン積のダンプカー 3 600 台分である。ここでも渦森山からの運搬で述べたように街の中にこれだけの車を走らせることは不可能である。

流砂方式も考えたが岩石を 5 cm 以下に砕く必要があること、鉄管の材質の研究に時間を要すること、特殊ポンプの製作にも長い研究期間を要することのためベルトコンベヤー方式に踏みきった。この方法ではベルトコンベヤーに土砂を乗せる設備、ベルトコンベヤーの本体端末の土砂貯溜ならびにダンプカーに移しかえる設備に分類される。

鶴甲山ではグローリー ホール方式を採り山の頂上から長い立坑を掘りきけておいて、ブルドーザーやキャリオール スクレーパー で運んできた土砂をその穴に落し込み土取工事の進捗につれて立坑も短くなるようにした。

立坑は約 18 万坪の作業場の中に 3 本作った。最も長いものは 128 m もあったが現在ではほぼ半分の長さに

ちぢまった。ベルト コンベヤーの上かきの土砂投入口を開設することも容易で、いまは一個補助として使用している。

立坑は3本とも径 3.5 m で 30 cm 厚にコンクリートで巻いてあり上端には 30 cm 角のスクリーンがあり、大きい石は選別され別途に運ばれ護岸工事に使われる。

立坑の下端には幅 2.6 m、高さ 4.1 m の土砂流出口があり、流れ方の調整には水平方向のバー垂直方向には石油缶ほどの大きさの鉄のブロックを数珠つなぎにしたものをならべてある。これをチェーンカーテンと呼んでいる。バーとカーテンをくぐって流れてきた土砂は短いプレートコンベヤーを経てベルトコンベヤーに移る。プレートコンベヤーはエプロンフーダーともいわれており、ブルドーザーのキャタピラーの幅の広いものである。フーダーは速度を変化させてベルトコンベヤーに乗る量を正確に調節することができる。

ベルトコンベヤーは全延長が 3743 m で 11 本にわかれている。このうち 1504 m は山の中をトンネル、2066 m は道路の下を暗きょで通り抜け、端末の 173 m は高架栈橋に乗っている（本誌 3 月号 図絵写真参照）。コンベヤーの輸送能力は 1600 t/h とし、見かけの比重は 1.5 にとり石の最大寸法は 30 cm とした。これらの条件からコンベヤーの幅は 1.2 m、150 m/min とした。ベルトは縦糸にビニロン横糸にナイロンを使用した帆布を 5 枚重ねたものを使用した。表と裏をゴムでカバーしてあり、総厚みは 13.5 mm で安全率は 12 以上とした。ベ

ルトの耐久力についてはこのような長大ベルトの使用実例もすくなく検討の結果 600 万 m³ 1400 万 t と想定した。11 本のベルトのうち 9 本は下り勾配で、このうち最急勾配は 1/20 最長は 1110 m である。9 本の電力消費量はきわめてすくなく、端末の上り勾配になっている 2 本の消費量はやや多い。全体を平均すると 1 m³ 1 km あたりの電力料金は 1 円たらずである。

ベルトコンベヤーによって 4 km ほど運ばれた土砂は貯砂槽にためる。これは夜間輸送された土砂を貯溜するためで見かけの比重を 1.6 とし、1 万 t ストックすることができる。貯砂槽はコンクリート製で二重底になっており、長さ 60 m、幅 32 m で土砂は上の底にたまり、この底は 12 個の土砂取出口を持つ。ダンプカーが下の底に入れば取出口が開くようになっている。積込みの所要時間は 10 t 車で 10 秒である。ベルトコンベヤーが 1 昨年働き始めてから今年の 3 月までに 530 万 m³ 運ばれ、昨年 4 月から今年の 3 月までの 1 年間には 324 万 m³ 予定の 8% 増しを運んだ。コンベヤーの純運転時間は 1 日 17 時間で 1 時間あたりの輸送実績は 1400 t で能力の 87% である。複雑な地形のしかも毎日大きな変化をする地山の採取量を正確に実測することはなかなか困難であるが、ベルトコンベヤーに付設したメリックスケールによる重量と毎日地山に標準の穴を掘って測定する乾燥密度とダンプカーを任意に抽出してはかる重量の 4 つを総合して決定している。

(1963.5.25・京大大学にて講演)

—室内音響の理論と実際とを極めた便覧— 建築音響工学 ハンドブック

最新刊
発売中

日本音響材料協会編 委員長 東京大学建築学科 教授 工博 平山 嵩

内容見本送呈

本書は、建築家が常時座右に置いて室内設計に資するに便利なよう理論を簡明に解き、十分なデータを提供した便覧である。建築設計者はもちろん、学生、実務家、現場技術者および電気技術者が室内音響の理論と実際とを極めるには最良のハンドブックである。

体裁 A5判・1100頁
定価 4,000円・千120

【主要目次】基礎（建築音響用語、音波の基本的性質、ほか）室内音響（過度的音響状態、定常的音響状態、ほか）音響材料（吸音材料、ほか）騒音（騒音とその影響、ほか）音響設計各論 電気音響設備

技 報 堂

東京都・港区赤坂溜池
電話東京481-8581(代)
振替口座東京10番

軽量形鋼建築便覧

軽量形鋼建築便覧編集委員会編
A5判・定価 2,000円

建築の透視図と模型

都立大学教授・工博 中村 伸 編
B5判・定価 1,200円