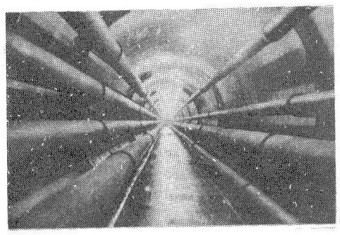
Ⅳ—13　沈埋式海底トンネルの新らしい試み

住友化学KK　正員　皆見富治
〃　榊原文彦



1. まえがき

新居浜市にある住友化学新居浜製造所と大江製造所を繋ぐガス輸送管はその途中で約80mの内港海面2ケ所を横断しなければならない。種々検討の結果沈埋式による海底トンネル横断が最も適当であるとの結論に達した。

沈埋式海底トンネルは　トンネル全長をいくつか適当の長さに分けた外殻体を予め他の場所で製作し　予定地へ運搬して海底に沈め　それぞれのブロックを順次接続してトンネルを形成するものである。一般に沈埋式トンネルは　i)巨大になる躯体重量の処理 ii)水中でのjointの施工. iii)外殻壁の耐圧. 耐久. 水密性が問題となるが　そのうちi) ii)が最も難問とされ本工法の成否は如何にしてこれらを解決するかにあると思われる

本工事においてはその構造及び施工法に特殊な工夫をこらし　適時浮力と沈力のバランスを保つことによって　長大なトンネル躯体を非常に軽微なものとして取り扱い　安全かつ迅速に沈設を完了し　無事海底トンネルの貫通に成功した。

2　本工法のidea

トンネル躯体ブロックをコンクリートで予め製作すると　海へおろす場合や　海上輸送に際し浮力を利用したとしても問題が多く　jointも多くなって又その工法もむつかしい。

そこで躯体を鉄筒とすることが考えられる。鉄製の場合重量は軽く又弾性順応もあるので相当長いものとなし得るが　腐蝕の問題があり又沈没時の被着荷重が必要となる。内部をコンクリートで巻き立てるにしても　外殻の厚い鉄板や被着荷重が余分なものとなる。

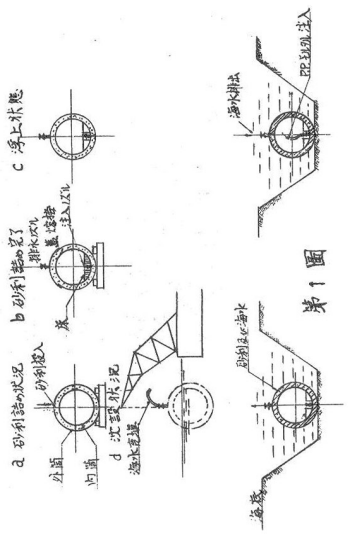
そこで考えられることは

1)　コンクリート体とする時期を沈没後に実施し　沈没までは内外二重の鉄製筒内に砂利詰のみの状態とすれば重量軽減の効果は大きい。

2)　鉄製二重筒の製作　砂利詰めまでを造船所の乾ドックを利用し　又沈没後トンネル内部より注入工法によって内外筒間を完全なコンクリートとする。

3)　鉄板製の二重筒は薄い鉄板でよいことになり　この筒枠は型枠代用となる他　主目的である重量の軽減　jointの減少　内筒板による絶対的な水密性も期待出来る

又砂利詰め状の筒体は柔軟性があり　剛体のものより海面浮上　海上輸送共非常に安全である。



第1図

このような構想を更におしすすめて

4) 砂利詰め状態においては差引き僅かの浮力を有すること。(これは曳航時の波浪の抵抗を少くするため)

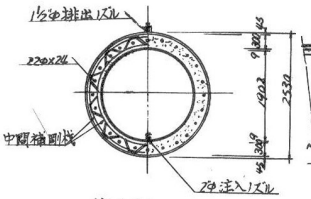
5) 沈没時内外筒間の砂利の空隙に海水を充水することによって 僅かの沈力を有することになれば 荷重の均等性 作業簡易性からも極めて有利である

このような構造で 適時浮沈のバランスを考えることにすれば長大なトンネルも極めて容易に作業をすすめることが出来る

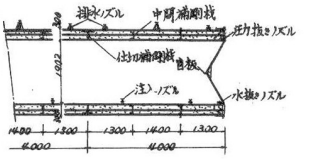
(第1図参照)

次にトンネル筒体の接続並に陸上との連絡は次のような考えに立って実施した。

1) 筒体の長さは 沈没作業や yard の関係から両内港共80mを2本に割って製作する。



筒体横断面図 第2図

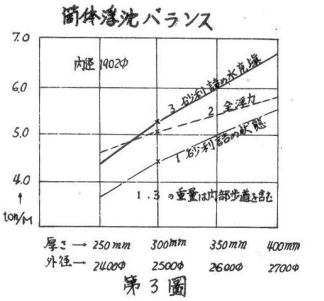


筒体縦断面図

2) 各筒体の接合は沈没後フランジ締め接合とし なお外部に保護コンクリートを巻く。

(潜水夫による flange joint は予想外に簡単に作業を完了した)

3) 陸上との連絡は両岸に well 式竪坑を設け トンネルをさし込み 接合部は注入コンクリートを巻き止水する 計画路トンネル等の場合には well を設けずトンネル筒体に適当な立上り勾配をつけることによって干潮面上に出し陸岸との接続ができる

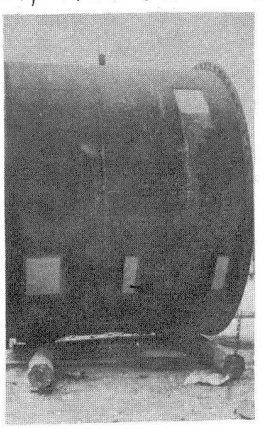


第3圖

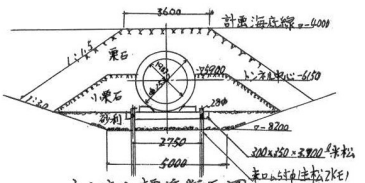
4) well 内の水を排水した上 トンネル筒体の盲蓋を切断し開通する。

3 模型実験

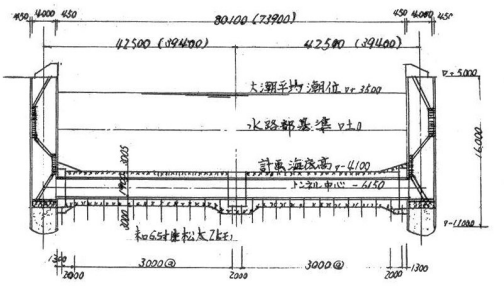
実物大の断面を持った模型を作りプレパクトモルタルの確実度並に注入ノズルの取付け位置について検討し その結果完全に充填されていること並にノズルは内筒下部へ又排出ノズルは外筒上部へ設けてよいことを確めた


寫眞 2

注入コンクリート充填状況



トンネル標準断面圖



第4圖 標準断面圖

4. トンネルの設計及び施工上の検討事項

(1) 断面の決定　断面の形状は円形が好しく　又8本のpipeと更に将来の増設を見込み内径を1.902mmに決定した. 更に殻厚については次の検討を実施した.

i) 外筒板腐蝕後に於けるコンクリートの水密度

ii) 水圧及び土被圧に対する耐圧強度

iii) 砂利詰め状態で浮上し充水すれば沈む　第1表

(2) 筒体各部の設計　第2図参照

i) 内筒板の厚さ　沈没状態(注入前)に於ける水圧及び注入圧を内筒板及び外筒板とを繋ぐ補剛材とで持たす

		筒体重量 t					差引浮力	充水重量	差引沈力
		筒体	砂利	歩道	合計	全浮力			
西内港	No1	41.627	129.34	6.58	179.547	208.8	31.25	36.7	5.56
	No2	41.627	129.46	6.58	177.667	208.8	31.13	36.8	5.67
中須賀内港	No1	38.809	120.26	5.16	164.229	192.8	28.57	34.0	5.43
	No2	36.694	121.72	5.16	166.574	194.2	27.73	34.3	6.57

ii) 注排出ノヅル　PPモルタルの流動勾配の関係から　内外筒間を仕切り各部屋毎に注入を完了する　仕切板は上記補剛材を兼用すると共に製作時の支持台をこの下に置く. 注入孔は仕切板間に両端2ケ所を配置し排水孔は外筒上部に設ける.

iii) 接合部フランヂ及パッキン　パッキンは特殊O型を使用した.

(3) 構造体の安定

i) 杭打基礎を実施した場合筒体は連梁となる

ii) Wellとの取合部に於ける地震時の検討

5 トンネルの製作及び輸送

i) 座上砂利詰め状態に於ける筒体強度

ii) 曳航時波浪に対する強度

6 沈没時の問題

i) 潮流観測をなし流水圧を計算した.

以上の計算検討によって充分安全であることの確信を得た.

7 筒体製作並に沈没作業

筒体は日立造船因島工場乾ドックで極めて精度の高いものが製作され又砂利詰めの実績も予定数量の99.7%であった. 海上30Kmの曳航も問題はなかった.

沈没作業は予想外に順調に完了し　筒体のモルタル注入　Wellとの取合の止水も完全で所期の目的を達成することができた.

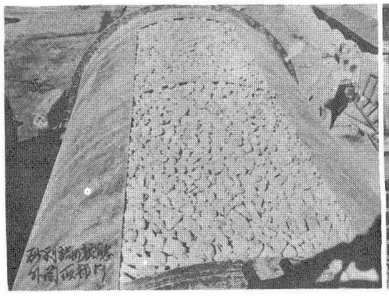


写真3 砂利詰め完了

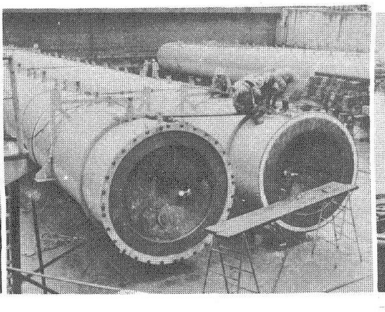


写真4 曳航準備

写真5 充水沈没寸前