

III-115 海中型枠工法における型枠漏洩防止実験

日本鉄道建設公団大阪支社 正員 藤森 房司
 元 社団法人鉄道建設工事調査協会 正員 宗澤 修郎
 元 社団法人鉄道建設工事調査協会 正員 ○今村 武志

9.1 概要

本実験は本州四国連絡橋基礎工調査におけるプレバックドコンクリート施工実験の一つとして、海中型枠のモルタル漏洩防止について検討を加えたものである。ここでは潜水作業に依る従来の施工法に代る施工方法を開発しよい結果を得たので、特に水平型枠（水平継手を主体とするもの）に関するその概要について報告する。プレバックドコンクリートの施工に用いる型枠は工法の性質上モルタルの流動性が高くかつ凝結時間が長いので、普通コンクリートのものと異なり水密性および剛性の高いものが要求されることは周知のとおりである。

海中型枠では型枠継目相互間型枠と岩盤の水密性を要し、これらは型枠の構造海底岩の掘削その他作業性と密接な関係がありかつ水深が深く潮流の早い所では、これまでのような潜水作業に依存する考え方では完全なモルタル漏洩防止工は行なえないと考えられる。しかも型枠のモルタル漏洩防止工の良否がプレバックドコンクリートの死命を制すること、本工事の莫大な工事量などを併せて考えると多少贅沢なものとなっても完全なものを行なうことが賢明である。

これまで行なわれてきた水中プレバックドコンクリート施工におけるモルタル漏洩防止工は型枠規模が小さいことから潜水作業に依るものが多く、型枠の接地部や既設構造物への取付け部分には漏洩防止材（以後シール材と呼ぶ）として、帆布、土砂のう、粘土セメント、袋詰コンクリート、ウエス、真木層、スポンジゴム等を用いている。したがって、この実験では型枠の構造海底岩の掘削作業性を検討し、陸上作業を多くして施工の確実さを増すという考えからシール方法と材料を開発し、シール効果持久性作業性について調査し、海中注入実験に使用する材料方法を検討し適切な材料を選択した。

9.2 実験項目

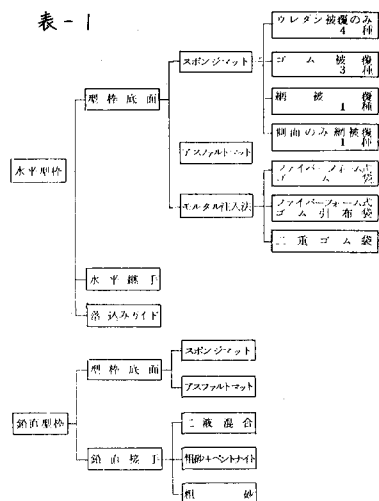
実験項目を表-1に示す。

右記10とおりの実験項目にそれぞれ水張り試験（内圧0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/cm^2 ）とモルタル注入試験を実施した。

9.3 実験方法

海中注入実験における水平型枠の施工条件（潮流5kt、水深25m、型枠荷重24t/m、型枠高さ12m、モルタル圧5 t/m^2 ）から2 kg/cm^2 程度の圧力に耐えるシール材の調査を行ない、新たに装置を用いてできるだけ実際の施工条件に近い状態を再現して、水張り試験モルタル注入試験を行なった。

表-1



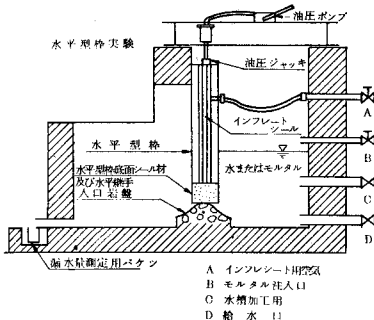
圖一 實驗裝置概略圖

実験装置の概略は図-1に示すとおりである。

装置は圧力水槽と型枠および型枠継手人工岩盤からなっており、シール材は型枠側面（型枠落し込みカイト部）と型枠底面（型枠継手および岩着部）に取付ける。

(1) 压力水槽

压力水槽内压 $0 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ 。型棒压 $0 \sim 5 \text{ t/m}$ (型棒自重 2 t)。图-1 实验装置概略图参照。



(2) 型棒

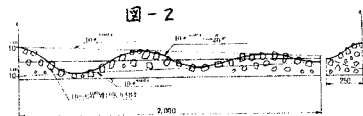
長さ4 m高さ1.5 m厚さ0.3 mの鋼製型枠で重量は約2 tである。

型枠底面には人工岩盤に対するシール材および型枠継手に対する継手下部が取付けられる。
また、型枠両側面にはインフレートシールが埋め込めるようになっている。

(3) 人工岩盤

これまでの施工調査実験のうち海底岩盤掘削実験の結果から岩盤の掘削精度を最大不陸20cm
局所勾配45°と仮定し、減衰曲線を利用して図-2に示す人工岩盤を設置した。

さらに人工岩盤の表面に径40~150mmの骨材を張り
局所的な不陸とした。



2 シール材とその方法

潜水夫に直接たよることのないシール方法として、型枠設置時にその効力を発揮するものと、型枠設置後水上からの操作でシール材内部に圧力を加えてふくらませるものを考えた。この形式の選択についてはその使用個所によるが2%程度の圧力に耐え作業時に損傷されないような丈夫なものでしかも局所的な不陸になじむものが必要である。

(1) 型棒側面

型枠底面シールに^関してはスポンジマットを利用する工法を採用した。

これはあらかじめ特性スポンジマットを型枠底面に取付けておいて型枠の自重で海底岩盤の不陸になじませ、モルタルの漏洩を防止しようとするものである。

当実験では型枠荷重を 0.5, 1.0, 3.0 t/m の 3 種類を仮定し、スポンジマットが 33.3% 撓む際（岩盤の不陸を平均 10 cm と考えマットの厚さを 30 cm とする。）に 0.5, 1.0, 3.0 t/m の圧力を示す比重 0.266, 0.272, 0.337 の 3 種（各々 A, B, C 種と呼ぶ）を製作した。

実験の経過に伴いスポンジを防護するための表皮がウレタンスキンのみでなく、ウレタンスキンにゴムを被せたもの、ウレタンスキン内にナイロン製の網を挿入したもの、側面だけ網を被覆したものを製作した。その他アスファルトマット、モルタル注入法など比較実験を実施した。

(2) 型棒継手

型枠と型枠の水平継手シール材として次図に示すスポンジを採用し、構造的に低反力を期待できる図-3に示すような凹型のものを製作した。

なおスポンジを防護するためにその表面にカバーゴムを取付けた。

(3) 型棒側面

海中注入実験の型枠は施工を容易にするため一面が開いたコの字型の鋼製のもので、それを設置後開いた部分に角落しの如く4枚の型枠を落し込んで閉鎖する。この問題点は落し込みの容易さと水密性が相反する性格を有することで、また型枠落し込み時や落し込み後潮流時の衝撃等でシール材が損傷される心配がある。

そこで型枠側面に接する部分に内蔵し型枠落とし込み後水上からの操作でシール効果を發揮するインフレートシールを製作した。これは図-4に示すようなもので内部に水または空気を圧入して膨張させる。構造は空気または水を保持する内層ゴム水圧空気圧に耐える中間層布外部からの損傷を防ぐ外層ゴムから成っており拘束状態での使用圧は、5.0~7.5 kg/cm²である。

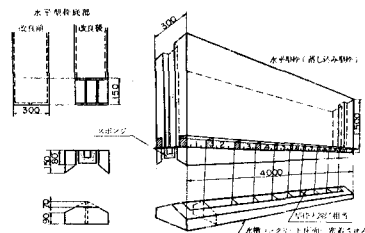
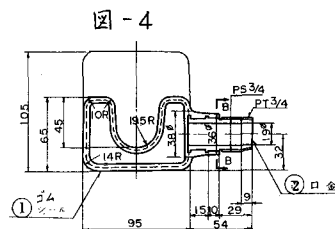


図 - 2 水平型棒および水平継手構造



§.4 實驗結果

実験結果の概要を表-2に、型枠荷重と漏水量の関係の代表的なものを図-5に、型枠荷重と垂直撓みの関係を図-6に示す。

1. 型棒底面

いずれのシール方法も完全にシールすることができたが、型枠を据付けると同時にその効果を持久性を有する点でスポンジマット（ウレタンスキン被覆B型）が最も優れていた。

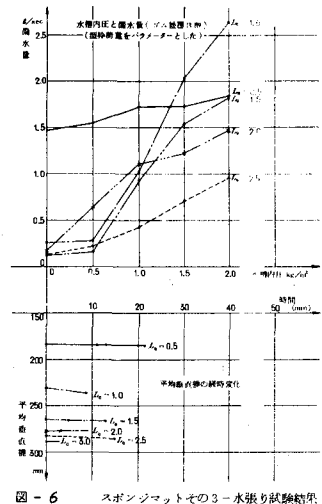
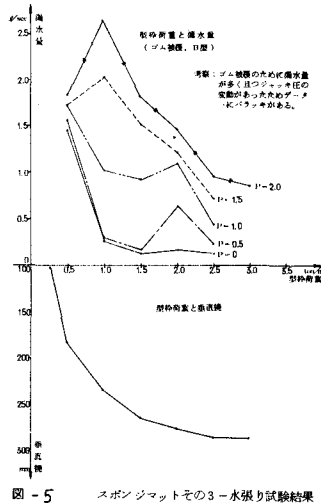
問題点はスポンジを防護する被覆の強度と岩盤へのなじみが相反する性格であることで、検討の結果最も破れ易い肩の部分だけナイロン製の網で被覆し、岩盤との接触部はウレタンスキンの状態が最も良い構造だと思われる。アスファルトマットは持久性設置方法に検討の余地があり、岩盤の不陸 20cm に対しマットの厚さは 30cm は必要であろう。また漏洩個所としてマットと型枠底面との接触部が挙げられ、今後検討されねばならないことである。モルタル注入法はシールの持久性の点では優れた方法であるがモルタルの注入圧のコントロール方法、袋の材質についてさらに検討を要する。

2. 型枠側面

インフレートシールにより完全にシールすることができ、ただシール材が自由状態になるような個所を設けないようにし、それが生じた場合には何らかの補強方法をとるのが良策と思われる。また型枠との接触面の不陸に対処するため、シール材の表面に柔いスポンジを張り付けることも考えられる。

表-2 型枠漏洩防止実験概要

実験項目	漏洩防止箇所	漏洩防止材		実験結果の概要	海中で適用
		使用材料	種類		
水平型枠	型枠底面	スポンジマット	ウレタン スキン 被覆	A 5.5t/m ² 0kg/m ² の条件でも完全止水できぬがモルタルの漏洩防止可能 B×2回 2.0t/m ² 2kg/m ² で完全止水 で完全止水 C 0.5t/m ² 0.5kg/m ² の条件でスポンジが滑り出し実験中止	
			ゴム被覆	A 2.0t/m ² 2.0kg/m ² で漏水量1.16L/secと多し B ゴム内に空気が入り雨水量多く、ゴム被覆除去で2.0t/m ² 2.0kg/m ² 0.21L/sec C 2.0t/m ² 2.0kg/m ² で漏水量0.172L/sec	
				新被覆 B 漏水多く止水出来ず 削面のみ新被覆 B 1.5t/m ² 2.0kg/m ² で完全止水	(○)
			アスファルトマット	0.5t/m ² 50時間目で削直をわみ11cm、1.0t/m ² で水張試験0.1L/sec	
			モルタル注入法	ファイバフォーム式 ほとんど漏水量なし 0.15 ~ 0.05L/sec ゴム被覆 なじみ悪く漏水量多し 0.85 ~ 1.05L/sec 二重ゴム袋 一方の袋が破損するも完全止水	(○)
		水平鋼手	スポンジ	完全止水	(○)
		落し込みガイド部	インフレーション	完全止水 途中2度破損	
		型枠底面	スポンジマット	完全止水	
鉛直型枠	鉛直継手	二重混合ソール材 粗砂+ベントナイト 粗砂	モルタルヘッド 1.5m	完全止水 モルタル漏洩防止可能	(○)



§.5 あとがき

紙面の関係で実験の内容を詳細に記述することができなかったが、本実験の結果を参考にして海中における大型実験体による注入実験を昭和44年11月に実施し、成功のうちに終了することができ漏洩防止方法およびその材料について確信を得ることができた。