

鹿島建設技術研究所 正員 山本 明雄  
 同上 正員 本橋 賢一  
 同上 正員 ミスラ・スティーヴ  
 東京電力技術研究所 正員 堤 知明

1. はじめに

近年、海洋環境にある鉄筋コンクリート構造物の塩害による早期劣化が顕在化しており、劣化の原因及び対策に関する研究が各方面で積極的に進められている。筆者らはこれまでに、代表的な海洋構造物である棧橋コンクリート上部工の劣化調査を手がけているが、その調査結果では、実用上十分なコンクリート強度とかぶり確保されているにもかかわらず、コンクリートはかなり多量の塩化物を含有している、鉄筋の腐食が進行しているという事例が少なくない。このことは、従来はあまり重要視されていない施工条件がコンクリートの塩化物浸透性に影響しているものと推察され、次の4点に着目して各要因の影響度を把握する実験を行った。要因は、①作業環境が厳しい海上での工事等を想定して初期養生日数5日と28日との比較、②同一水セメント比でスランブ8cmと18cmのコンクリートの比較、③ポンプ施工における先送りモルタル並びにコンクリートの材料分離等によって部分的にモルタルが多い箇所を想定し、モルタルとコンクリートとの比較、④塩化物の浸透方向による差異をみるため、上面から下向きの浸透と下面から上向きの浸透との比較、である。

2. 実験方法

使用材料を表-1に示す。高炉セメントB種のスラグ混入率は約45%である。実験要因は表-2に示すように、スランブ、粗骨材最大寸法( $G_{max}$  20mmのコンクリートとモルタル)に加えて、セメントの種類と水セメント比をとりあげた。コンクリートの配合は、目標スランブ $8 \pm 2$ cmまたは $18 \pm 2$ cm、空気量 $5 \pm 1\%$ を満足するように試験練りを行って定め、モルタルの配合は、コンクリートの配合から粗骨材を除いたものとした。

供試体形状寸法は図-1に示すように、1辺200mmの立方体とした。供試体は耐水合板型枠をつけた状態で4日間気中養生(20℃, 80%R.H.)し、打込み時における側面である4面をエポキシ樹脂で被覆し、材令5日から20℃3.3%NaCl水溶液中に浸漬した。供試体は浸漬期間6ヶ月で図-1に示すように上下方向にφ60mmのコアを採取し、ドライカッターで厚さ1cmのスライスに切断して、スライス毎の全塩化物量を『JCI-SC4 硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法』に準拠して、電位差滴定法により測定した。塩化物の浸透方向は、主にコンクリート上面から下向きの浸透を検討対象とし、一部のケースについて、下面から上向きの浸透について検討した。また、代表的な配合において養生日数は5日と28日の両条件で実験を行った。

表-1 使用材料

セメントの種類	普通セメント(比重;3.16) 高炉セメントB種(比重;3.04)
細骨材	大井川産川砂(比重;2.61)
粗骨材	青梅産砕石(比重;2.67)
混練剤	A.E.減水剤

表-2 実験要因

セメントの種類	普通セメント 高炉セメントB種
水セメント比	40、55、70%
スランブ	8、18cm
最大粗骨材寸法	5(モルタル)、20mm

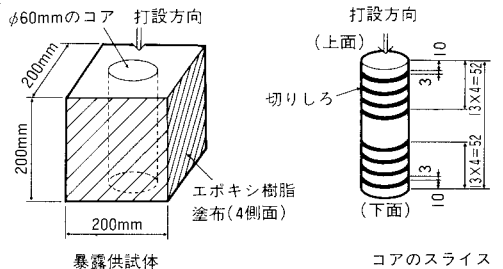


図-1 供試体形状寸法

3. 実験結果と考察

3-1 塩水に接するまでの養生期間の影響

表-3は、スランブ8cmのコンクリートについて上面から下向きの塩化物浸透を調べた結果である。塩水浸漬までの養生期間が5日と28日の試験結果を併せ示した。普通ポルトランドセメント(以下普通セメントと略記)を使用して水セメント比55%の場合、養生日数5日と28日では5日の方が浸透塩化物量が多く、例

例えば深さ13~23mmの部分の塩化物量は養生日数5日と28日で各々3.4kg/m<sup>3</sup>, 0.9kg/m<sup>3</sup>であって、塩水に接するまでの養生日数によって塩化物の浸透量は大きく異なるという結果であった。

### 3-2 水セメント比およびセメントの種類の影響

表-3から、既往の研究<sup>1)</sup>で報告されているように、塩化物の浸透は水セメント比が小さいほど小さく、また高炉セメントB種の方が普通セメントに比べて小さいという結果であった。高炉セメントB種の塩化物浸透抵抗性が普通セメントに比べて優るとい傾向は、水セメント比40%あるいは55%の場合に顕著であって、70%の場合には両者に差が認められなかった。

### 3-3 スランブの影響およびコンクリートとモルタルとの相違

図-2は、普通セメント使用、水セメント比55%の条件で、スランブが8cmと18cmのコンクリート、並びに各々のコンクリートから粗骨材を除いたモルタルについて浸透塩化物量を示したものである。水セメント比が55%と同一のコンクリートであってもスランブ18cmの方が8cmに比べて浸透塩化物量は多く、スランブ18cmの浸透塩化物量の深さ分布は、水セメント比70%、スランブ8cmの場合の分布(表-3参照)とほぼ同等であった。また、モルタルはコンクリートに比べて浸透塩化物量が大きい傾向を示した。

### 3-4 供試体上面から下向きの浸透と下面から上向きの浸透の相違

図-3は、普通セメント使用、スランブ8cm、水セメント比40、55及び70%のコンクリートについて、上面あるいは下面からの深さと浸透塩化物量の関係を示したものである。上面から下向きの浸透と下面から上向きの浸透は、水セメント比40%では差は見られないものの、水セメント比が55%、70%と大きくなるにつれて、下面から上向きの浸透塩化物量が反対方向に比べて大きくなる傾向を示した。この理由は明らかではないが、同様の傾向が水中不分離性コンクリートにおいても確認されている<sup>2)</sup>。実験は継続中であり、次の測定では水平方向を含めて浸透塩化物量の相違を検討する予定である。

表-3 水セメント比及びセメントの種類と浸透塩化物量(kg/m<sup>3</sup>)

G <sub>max</sub> (mm)	スランブ (cm)	水セメン ト比 (%)	セメント の種類	表面からの深さ (mm)			
				0-10	13-23	26-36	39-49
20	8	40	普通	8.0	1.1	0.0	0.0
			高炉B	8.5	0.2	0.1	0.0
20	8	55	普通	8.1(3.0)	3.4(0.9)	0.4(0.1)	0.1(0.0)
			高炉B	7.8	0.2	0.1	0.0
20	8	70	普通	9.5	4.4	1.5	0.0
			高炉B	10.2	4.2	1.4	0.0

注) 表中の値は初期養生5日の数値、( )内の値は初期養生28日の数値を示す

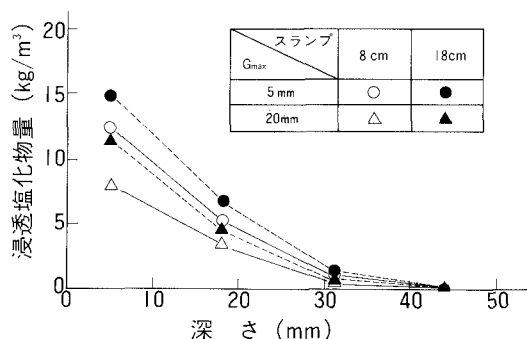


図-2 打設上面からの深さと浸透塩化物量の関係

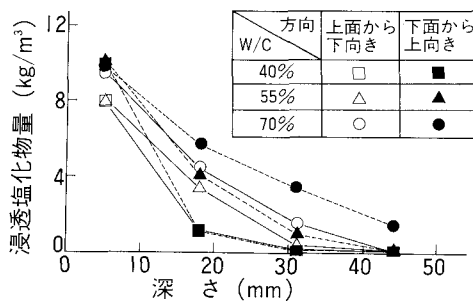


図-3 打設上面(下面)からの深さと浸透塩化物量の関係

## 4. あとがき

今回の実験で、初期養生日数、スランブ、コンクリートとモルタル等の要因によって、塩化物浸透抵抗性はかなり相違することが確認された。今後、各要因に関して、より詳細な検討が必要であると思われる。

### 【参考文献】

- 1) 鳥居, 川村; コンクリート工学年講, Vol.12-1, 1990, pp.489~494
- 2) 本橋, 溝淵, 須田; 水中不分離性コンクリートに関するシンポジウム論文集, 1990, pp.153~160