

III-398 裏込注入材の砂地盤への浸透現象について(その2)

——化学分析による検討——

東京電力 正員 竹内 信次 須田 嘉彦
 竹中土木 正員○米園 俊二 峰 祥彦

1. はじめに

シールド裏込材の周辺地盤中への浸透現象を把握するため、(その1)で行った模型砂地盤中に加圧注入された裏込材のコアサンプルの化学分析を実施した。裏込材の主成分であるCaO, Na₂O, K₂Oの定量分析と1000℃, 600℃の強熱減量(ig. loss) および不溶残分(insol.)を評価し裏込材中のどのような成分が地盤中に浸透しているかを検討した。

2. 分析用試料および分析試験の方法

2-1 分析用試料 地盤浸透試験の3ケース((その1)表-4参照)について、内径80mmのシンウォールを用いてサンプリングした。サンプリング後すぐに水が移動しないよう一度凍結させ、1本のコアから5つの試験片を切出し分析用試料とした。試験片は、厚さ1cmとした。

2-2 試験項目と試験方法

1) コアの絶乾単位容積重量の測定

2) コアの化学分析 絶乾単位容積重量測定後、試験片を105μm網ふるい全通程度に粉碎した供試体試料を(社)セメント協会コンクリート専門委員会法「硬化コンクリートの配合推定」に準じて、1000℃, 600℃強熱減量, 不溶残分およびCaOを定量した。更にCaO定量用ろ液と同じろ液を検液として、原子吸光分析法によりNa₂OおよびK₂Oの定量を行った。

3) コア中の裏込材量の推定 化学成分の定量値および単位容積重量などから、試料の単位体積中に含まれる裏込材の量を推定した。推定にあたっては、イ) 裏込材中の各原料の化学分析値は裏込材が練り混ぜられ、コア中で硬化した後も変化しないこと、ロ) コア中の如何なる位置においても裏込材は均一に混合されており配合比は変化しないこと、を仮定した。

なお、強熱減量で失われる成分は水、炭酸ガス、有機物であり、不溶残分はベントナイト、フライアッシュ、砂、粘土である。また、CaOはセメント、固化材に多く含まれており、Na₂O, K₂Oはセメント、ベントナイト、安定剤等が主成分であることを事前に分析した(表-1)。

表-1 標準砂および各裏込材原料の成分分析結果

	標準砂	CASE 2-1 (モルタル)						CASE 7 (2液可塑材)					CASE 12 (2液瞬結材)				
								A 液			B 液		A 液			B 液	
		セメント	ベントナイト	フライアッシュ	砂	水		固化材	粘土S	安定剤	水	急硬剤	セメント	ベントナイト	水	ポリカーボネート	水
化学分析値(%)	1000° ig. loss	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	600° ig. loss	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	insol.	99.1	0.1	80.3	91.4	99.4	0.00	2.4	85.8	0.00	0.00	0.00	0.1	80.3	0.00	0.00	0.00
	CaO	0.08	64.45	1.78	2.06	0.05	0.00	61.64	0.96	0.00	0.00	0.00	64.45	1.78	0.00	0.00	0.00
	Na ₂ O	0.03	0.27	1.74	0.07	0.01	0.00	0.29	1.15	5.01	0.00	7.65	0.27	1.74	0.00	11.60	0.00
	K ₂ O	0.03	0.48	0.20	0.01	0.01	0.00	0.38	0.09	0.01	0.00	0.00	0.48	0.20	0.00	0.00	0.00

注) セメントおよび固化材の分析方法は JIS R 5202「ポルトランドセメントの化学分析方法」による。

3. 試験結果と考察

化学分析結果を表-2に示す。このうち、不溶残分, CaO, Na₂Oに着目し、単位体積中に含まれる裏込材の割合αを推定した。その結果を図-1に示す。

表-2 各裏込材の化学分析結果

種 別	境界面からの採取位置(mm)	CASE 2-1 (モルタル)					CASE 7 (2液可塑材)					CASE 12 (2液瞬結材)				
		含水率	砂 層				可塑材	砂 層				瞬結材	砂 層			
			10-20	30-40	50-60	70-80		10-20	30-40	50-60	70-80		10-20	30-40	50-60	70-80
化学分析値 (%)	1000' ig. loss	3.2	1.5	0.4	0.5	0.5	17.3	0.8	0.6	0.6	0.7	14.0	2.5	0.6	0.7	0.9
	600' ig. loss	2.5	1.2	0.4	0.4	0.4	13.4	0.7	0.5	0.5	0.6	12.5	2.0	0.5	0.6	0.8
	insol.	76.9	91.0	98.9	98.9	99.0	20.4	98.6	99.0	99.0	99.0	31.2	85.4	98.8	98.9	98.8
	CaO	12.62	4.73	0.20	0.17	0.14	33.63	0.22	0.17	0.15	0.14	32.84	7.23	0.15	0.12	0.15
	Na ₂ O	0.12	0.08	0.06	0.04	0.02	1.93	0.06	0.05	0.04	0.04	5.23	0.26	0.08	0.06	0.02
	K ₂ O	0.10	0.05	0.03	0.03	0.05	0.20	0.03	0.03	0.03	0.02	0.26	0.06	0.04	0.03	0.02

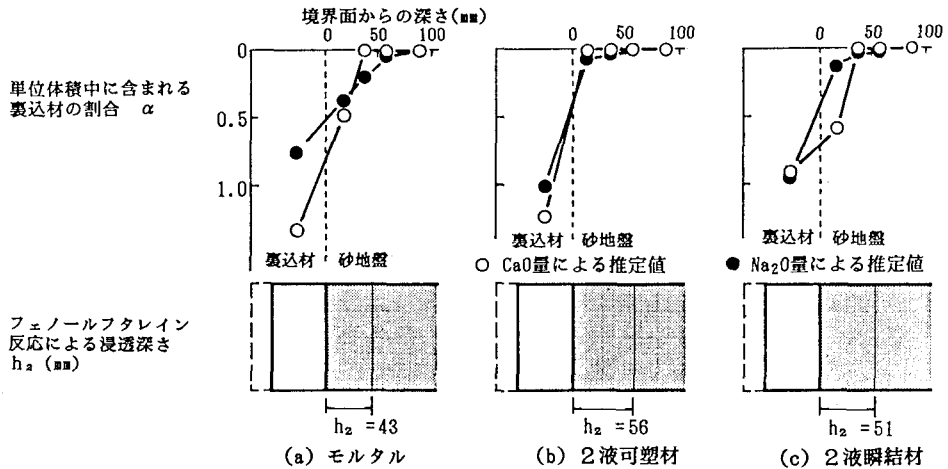


図-1 分析試験結果

- 1) モルタルの試験結果：裏込材と砂地盤の境界より10～20mmの領域では、Na₂O量による推定値で $\alpha=0.4$ 程度、CaO量による推定値で $\alpha=0.5$ 程度となった。砂の間隙率が約0.4であることから、間隙の大部分に裏込材が浸透しているものと思われる。30～40mmの領域ではNa₂O量による推定値で $\alpha=0.2$ 程度であった。また、同領域でのCaO量および境界面より50mm以深の領域でのCaO量、Na₂O量は、いずれもほとんど検出されなかった。これより、浸透領域は40mm程度と推定され、フェノールフタレイン反応による浸透深さとほぼ一致していた。
- 2) 2液可塑材の試験結果：CaO量、Na₂O量いずれを用いた方法によっても、裏込材の砂地盤への浸透量はほとんど検出されなかった。フェノールフタレイン反応では56mmまで浸透しており水酸イオン(OH⁻)濃度の高い水が分離・浸透したものと推定される。CaOおよびNa₂Oがほとんど検出されなかったのは水酸イオンが他の金属イオンと結びついていた可能性も考えられる。
- 3) 2液瞬結材の試験結果：境界面より10～20mmの領域では、Na₂O量による推定値が $\alpha=0.1$ 程度であるのに対し、CaO量による推定値は $\alpha=0.6$ 程度となった。これは、Na₂Oを多く含んでいるケイ酸ソーダが2液混合後急速に固化するため、地盤内に浸透しにくいことを示唆するものと考えられる。
4. おわりに

本検討では、浸透現象が化学分析によってもある程度説明できることがわかった。今後実現場でのコアサンプリングを行い、実施工における評価・検討をしていきたい。