

V-122 フレッシュコンクリートの脱水機構に関する解析的研究

長岡技術科学大学 学会員 ○大友武臣
 J R 貨物 正会員 伊藤康司
 長岡技術科学大学 正会員 丸山久一
 長岡技術科学大学 正会員 清水敬二

1. はじめに

本研究は、テキスタイルフォーム等の透水型枠を用いてコンクリートの脱水処理を行った場合、コンクリート内部の水の動きを解析的に求め、また、その解析の妥当性を検討するものである。

2. 解析理論の概要

型枠の一面に脱水用シートを設置した場合、コンクリート中の余剰水の脱水機構については排水がブリージング方向とシート方向の2方向に現れるため、2次元圧密理論を適用して検討することにした。解析理論は圧密理論のなかで最も基本的な線形圧密理論¹⁾を用い、空間的には有限要素により解析を行い、時間的には差分近似による数値解析を行った。境界条件は、型枠面を不透水面、シート面および自由面を透水面とした。

3. 要素特性の検討

解析に必要なコンクリートの要素特性は透水特性と変形特性である。そこで表1の配合について、透水特性については変水位透水試験を、変形特性については直接一軸圧縮試験を行ってそれぞれの特性を決定した。²⁾

コンクリートの透水係数は水和反応の進行およびコンクリートの間隙比の変化により異なってくる。そこで、打設後の経過時間を変えてJIS A 12水18に準じて変水位透水試験を行い、透水係数の時間変化を求めた。その結果を図1に示す。また、加圧ブリージング試験を行って間隙比の影響を実験的に求めた。

直接一軸圧縮試験は、極く初期のコンクリートの力学的な性状を知るために、変位制御(毎分1mm)で行った。³⁾初期材令における荷重-変位特性を図2に示す。W/Cにより測定時間が異なるのは、供試体を脱型して自立するまでの時間が違うためである。

以上の結果から得られた要素特性をまとめると表2のようになる。

4. 解析結果の検討

表2の要素特性を用い解析を行った。要素は2パターンの三角形分割とし、両計算結果の平均を解析値とした。解析結果を図3に示す。解析モデルは30*60*60cmの供試体とし、解析値の排水量は、各要素の変形量に供試体幅を掛けて計算した。図3をみると、各要素特性における排水性状は良く似ている。そこで、各時間における脱水率を求めて図4に示した。脱水率は、各要素特性、経過時間に関係なく良く一致していることがわかる。

番号	W/C (%)	s/a (%)	スランパ (cm)	単位 (kg/m ³)			
				セメント	水	細骨材	粗骨材
I	60	40	15±1	316.2	169.7	744.4	1096.4
II	55		9±1	321.3	176.7	756.4	1114.0
III	50		6±1	326.5	163.3	768.7	1132.2

表1 コンクリートの示方配合

W/C (%)	間隙比 e	k *10 ⁻⁵ (cm/sec)	E (kgf/cm ²)	ポアソン比 ν
60	0.2576	4.302	2.35	0.35
55	0.2379	3.244	2.86	
50	0.2180	2.357	3.35	

表2 要素特性

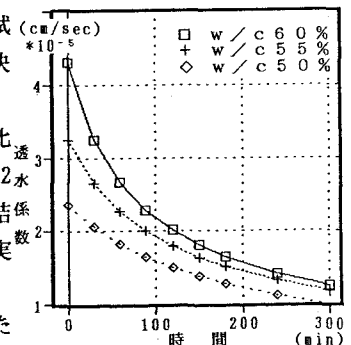


図1 透水係数の時間変化

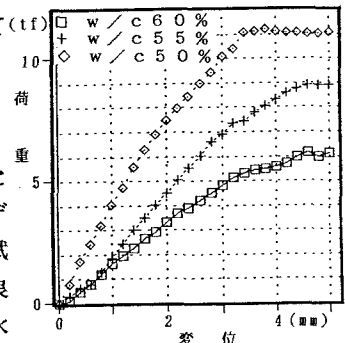


図2 荷重-変位特性

4. 1 モデル実験

解析の妥当性を検討するために表1の配合でモデル実験を行い、排水量の時間変化を求めた。解析値と実験値の排水量、脱水率の比較（ $W/C=60\%$ ）をそれぞれ図5、図6に示す。図5をみると解析値と実験値の排水性状は比較的良く一致している。初期段階で解析値の排水量が多いのは、練り混ぜ直後の急激な水和反応の影響を完全に表現できていないためと思われる。120分以降は解析値が実験値よりも小さくなる。解析では、要素から水が抜けると間隙比が小さくなることを考慮して、透水係数の間隙比変化による減少の割合を大きく仮定しているためであると考えられる。

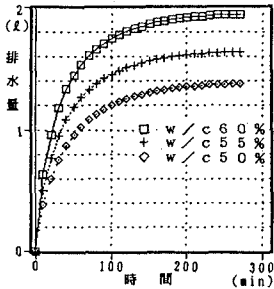


図3 排水量-時間

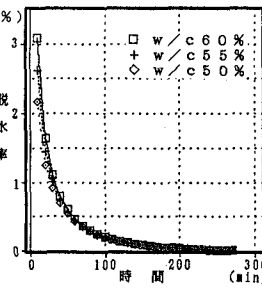


図4 脱水率-時間

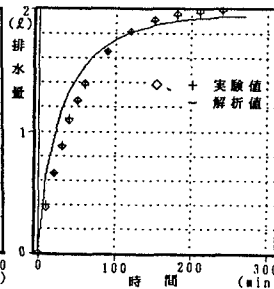


図5 排水量-時間

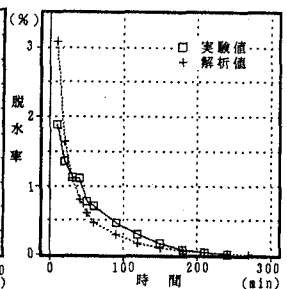


図6 脱水率-時間

4. 2 脱水機構の検討

コンクリート中の水の流れの方向は、ダルシーの法則より、解析でえられた各時間の間隙水圧分布から推定できる。これによると、水の流れの方向は要素特性、時間経過に関係なく一定の方向であった。その代表的な例として $W/C=60\%$ 、120分時の間隙水圧分布状態を図7に示す。水の流れの方向は、図中の矢印で示した。流れは、ブリージングにより上に向かう流れとシートに向かう流れがある。シート排水では、コンクリートの自重による圧力で間隙中の水を排水させるので、深さの深い要素、シートに近い要素ほどシートの効果は大きいと言える。

4. 3 間隙比の分布

解析でえられた要素の変形から同じ位置での間隙比の分布を推定すると図8のようになる。これより、 W/C が大きいほど初期間隙比と最終（270分）間隙比との落差が大きく、良く締め固まっているのがわかる。これは、 W/C が大きいほど体積の減少、つまり沈下率が大きいと言える。

5. 結論

本研究でえられた結論を要約すると次のようになる。

1. 配合に応じて、コンクリートの要素特性を決めることにより総排水量、ある経過時間後の脱水率の推定は可能である。
2. シートを取り付けた場合の流れの方向は、シート方向とブリージング方向があり、深い要素、シートに近い要素ほどシートの影響を強く受ける。
3. 要素の変形から間隙比の分布、および経時変化を推定することができる。変形は W/C が大きくなるほど顕著である。言い換えれば、 W/C が大きいときほどシートの効果は大きい。

【参考文献】

- 1) G・グーデフス著：川本眺万、桜井春輔、足立紀尚：地盤力学の有限要素解析1：森北出版
- 2) 伊藤康司：フレッシュコンクリートの脱水機構に関する基礎的研究：長岡技術科学大学工学研究科修士論文、1990年
- 3) 岡本寛昭：極く初期コンクリートのレオロジーモデルに関する研究：セメント技術年報 39 pp.178-181

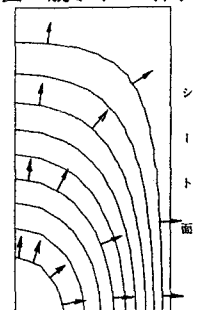


図7 等間隙水圧曲線

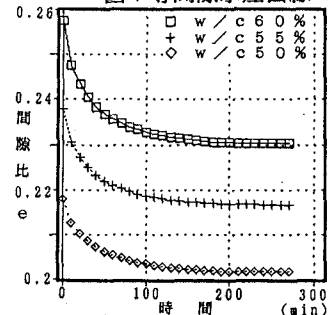


図8 間隙比の時間変化