圧力測定フィルムによる圧力画像解析の取り扱いに関する検討

足利工業大学　正会員　○松村　仁夫
足利工業大学　正会員　　黒井登起雄

１．はじめに

硬化コンクリートの強度試験は，圧縮強度試験および割裂引張強度試験が行われている．その際，加圧部端面の平行性，加圧力分布の均一性を把握することが管理上必要である．圧力測定フィルムは，載荷面の平面性など圧力とその均一性が簡単に確認でき，生コン工場の強度試験の品質管理に適していると思われる．しかし，圧力測定フィルムの解析を生コン工場組合の認定試験場等で行うには，経済的，技術的に非常に難しい状況であることから，専門機関等に圧力解析を一元管理するのが有効と考えられる．このような場合，圧力測定フィルムの保存期間，運搬方法など，その扱い方が重要になる．そこで，本研究では，圧力測定フィルムの運搬・扱い方，保存期間などの問題点を実験的に検証することを目的とした．

２．　圧力測定フィルムおよび解析方法 [1)]

2.1　測定機器

圧力測定に使用する機器は，解析用 PC と解析画像読み取り用スキャナーで構成される．画像解析は，「圧力画像解析ソフトシステム FPD-9210S」を起動させて「基本応力断面図」を読み取って実施する．

2.2　測定・解析方法

(1) **シートの種類と測定原理**　圧力測定フィルムは，ツーシートタイプとモノシートタイプの 2 種類があり，本実験では，モノシートタイプ（1 枚の支持体に発色剤層と顕色剤層を塗布したフィルム）を用いた．圧力測定フィルムの種類は，極超低圧用から超高圧用までの 6 種類（測定可能圧力範囲：0.2～300MPa） があり，強度レベルに応じて対応できる．発色の原理は，発色剤層のマイクロカプセルが圧力によって破壊され，その中の発色剤が顕色剤に吸着する化学反応による．フィルムは，発色剤のマイクロカプセルがいろいろな大きさ・強度に調整され，均一に塗布されているため，圧力に応じた発色（赤色）濃度が得られる．

(2) **圧力の画像解析手順と解析機能**　圧力測定フィルムによる圧力画像解析は，解析システムを起動させて，「基本応力断面図」の読み取り作業で開始する．解析機能は，検討の目的によって線分析，面分析，3D 解析など多様である．

表-1　ケース 1 の要因と水準

要　因		水　準
1	繰り返して画像取得[*1)]	5 回繰り返し(W/C=40%、50%)
2	輸送方法	宅配便[*2)]
	保存方法	①クリアシート ②クリアファイル ③CD ケース
	期　間	①1 週間後、（W/C=40%）[*2)] ②2～4 週間後（W/C=50%）[*2)]

*1)測定フィルムを繰り返しスキャナーで読み取り，圧力断面図を作成した．
*2)宅急便による輸送は，関東地域（埼玉県熊谷市）と出来るだけ遠方の地域（愛知県松山市）の両地域とした．

表-2　ケース 2 の要因と水準

要　因	水　準	
保管方法	箱にいれて無圧状態で保存	
作成時期*	①	測定直後
	②	1 週間後
	③	4 週間後
	④	8 週間後
	⑤	12 週間後

*測定フィルムをスキャナーで読み取り，圧力断面図を作成した．

３．　実験概要

3.1　実験計画および実験要因

実験は，次に示す 2 つのケースに分けて行った．

ケース 1；圧力測定フィルムによる圧力測定データの圧力基本断面図，圧力分布に及ぼす影響．

ケース 2；強度レベルの異なるコンクリートの圧縮強度試験時の圧力測定フィルムの保存期間の影響．

実験要因は，ケース 1 の場合，繰り返し画像作成および運送・保存方法・期間の測定を行い，要因は，表-1 に示す．ケース 2 の場合，フィルム測定後，圧力が加わらないように箱に入れて保存した．圧力測定フィルムからの圧力基本断面図の作成時期は，表-2 に示す．

3.2　コンクリートの種類と試験

キーワード：　圧力測定フィルム，圧力解析，保存・運搬方法，保存期間
連絡先　：　〒326-8558　栃木県足利市大前町 268-1　足利工業大学　ＴＥＬ0284-62-0605

ケース 1 は，普通骨材コンクリートである．コンクリート供試体上端面における圧力分布は，圧力測定フィルム（中圧用（MS，10～50MPa）および高圧用（HS，50～130MPa））によって JIS A 1108 の圧縮強度試験で測定した．ケース 2 は，強度レベルが圧縮強度 30～55N/mm^2 の範囲にある．解析は，各時期における圧力基本断面図から断面の X および Y 方向の EXCEL データによる圧力分布図の作成を主体にした．結果は，平均圧力値と全圧力値で評価･検証した．

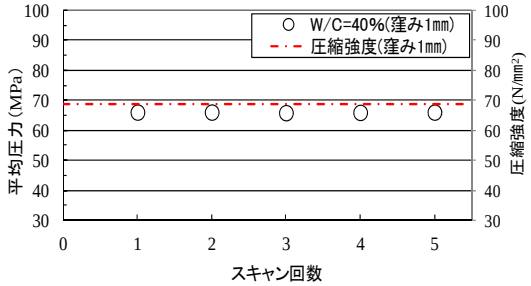

図-1　繰り返し取得による圧力変化(W/C40%，窪み 1mm)

4．実験結果および考察

4.1　圧力測定フィルムの読み取り精度と取扱い

(1)フィルムの繰り返し画像解析の影響　図-1 は，5 回（スキャン回数）繰り返し画像取得による圧力変化の一例（W/C=40%，窪み 1mm）を示す．図より（W/C=40%），繰り返し画像解析を行った場合，平均圧力には，変化が認められない．また，W/C=50%の場合も同様である．従って，圧力測定フィルムのデータの画像スキャンは，再現性が高く，1 回で十分である．

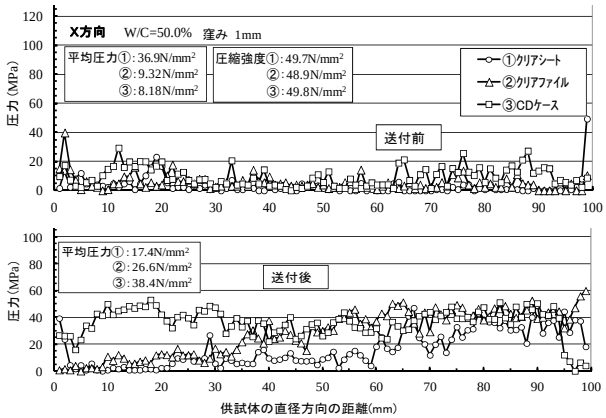

図-2　圧力分布図の一例(熊谷市から 3 週間後送付)

(2) 輸送による影響　図-2 は，埼玉県熊谷市から圧力測定フィルム(W/C=50%)を 3 週間後に送付し，解析した保存方法別の断面 X 方向の圧力分布図（上段：送付前，下段：送付後）を示す．図より，保存方法に関係なく，送付後の X 方向の圧力値は，送付前に比べて大きく，平均圧力値および圧力変動（細かく分布）も大きくなっている．この結果は，輸送による影響よりも保存期間の影響が大きく表れたことによると考えられる．断面 Y 方向の結果も同様であった．また，圧力測定フィルム(W/C=40%)を愛媛県松山市から 1 週間後に送付した場合，輸送による影響は，圧力分布図から認められなかった．

4.2　圧力測定フィルムの保存期間の影響

図-3 は，圧縮強度レベルにおける断面平均圧力と保存期間の関係を示す（圧力測定フィルム：中圧用（圧力範囲 10～50MPa）の場合）．図より，断面平均圧力は，圧縮強度 40～50N/㎟ の場合，保存期間の影響は，認めらず，解析直後と殆ど変わらない．これに対して，圧縮強度 50～53N/㎟ の場合，圧力は，保存期間 1～12 週と経過するごとに大きくなる傾向が認められる（12 週で 15N/㎟ 程度）．この結果より，圧力は，フィルムの圧力適用範囲を超えて加圧した場合，保存期間の影響を大きく受ける．また，圧力がフィルムの圧力適用範囲を下回っている場合も，値が保存期間（3 週間）で若干大きくなる傾向が認められる（図-2）．このように，圧力測定フィルムで圧力を評価する場合，コンクリートの強度レベルに相応する圧力測定範囲の測定フィルムを選択することが重要となる．

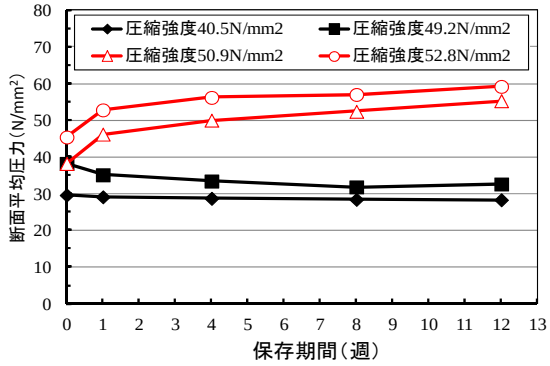

図-3　圧力測定フィルムの保存期間の影響(面分析)

5．まとめ

本実験の結果，圧力測定フィルムによる圧力分布は，再現性が良好であることが明らかとなった．また，圧力測定フィルムの輸送方法の影響は，殆どなく，フィルムの保存期間の影響が大きく現れた．しかし，保存期間の影響は，強度レベル相応の圧力適用範囲のフィルムの選択により回避できると思われる．

【参考文献】

1) 硬化コンクリートの加圧推定における圧力測定フィルムの活用　第 34 セメント・コンクリート研究討論会 2007.11