

1. はじめに

コンクリートの施工は、試験室で試験練りを行い、その結果を利用して現場施工を行う。試験練りは、安定した室内環境下で行うので、試験精度は高い。実現場を考えると、必要なのは構造物に打ち込まれたコンクリート強度であり、配合や外部環境から推定できることが望まれている。

本研究は、室内試験で得られた結果を基に、重回帰分析を行い、重回帰式を構築し、構築された重回帰式を用いて現場データの推定を行い、現場のコンクリート強度等の推定を試みた。本来は、躯体コンクリート強度を推定することが必要であるが、本研究では現場での試験体を代替指標とした。

本研究では、試験練り時に採取した供試体の養生を室内標準養生と呼び、現場で採取され標準養生した供試体と区分した。現場採取の標準養生試験を現場標準養生と呼ぶ。さらに、現場で水中養生された供試体もあり、これを現場水中養生と呼ぶ。本研究の流れを図-1 に示す。

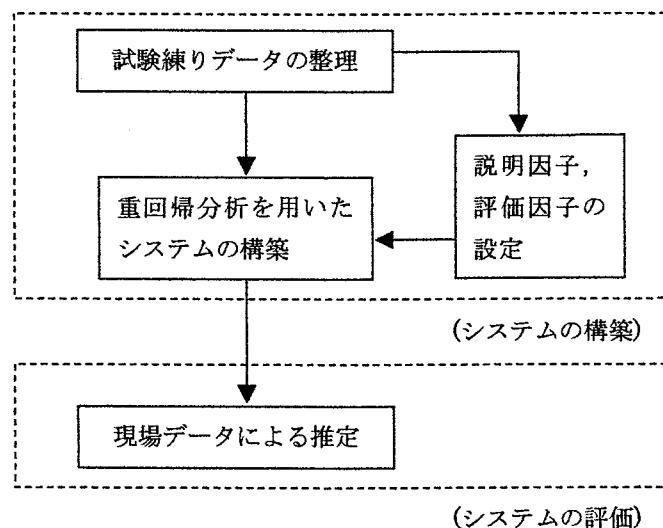


図-1 解析の流れ

2. 室内標準養生の試験強度の推定

試験練りのデータを用いて、コンクリート強度（7日、28日）およびスランプの推定を重回帰式を用いて構築する。試験練りのデータのみを利用した理由

は、①データの項目が全て揃っている、②試験練りのデータは、データそのものが試験室で作成されていることから信頼できるからである。試験練りのデータで構築された重回帰式では、現場データ（現場標準養生・現場水中養生）を推定し、予測できるかの確認を行い、実用性の整合性を調べた。試験室のデータで問題になることは、現場でのコンクリート温度および外気温と違い、温度の変動が小さいことであるが、本研究では構築した重回帰式を用いて検討した。重回帰式で用いた説明因子の一覧を表-1 に示す。評価因子は、スランプ値、コンクリート強度（7日、28日）とした。式(1)に求められた28日のコンクリート強度の重回帰式を示す。同様に、スランプ値、7日強度も重回帰式を構築した。その結果、7日強度は、28日強度と同様の傾向を示した。スランプ値は、得られた室内試験の値が、ほとんど20±2cmの範囲にあり、構築された重回帰式は十分な精度は得られなかった。本重回帰式で求められた28日強度の計算値と実測値の関係を図-2 に示す。図に見られるように、重相関係数が $r=0.9779$ であり、非常に精度が良い。

表-1 説明因子

番号	項目	単位
X ₁	セメント量	kg/m ³
X ₂	水量	kg/m ³
X ₃	細骨材量	kg/m ³
X ₄	海砂の比率	%
X ₅	粗骨材量	kg/m ³
X ₆	コンクリート温度	℃
X ₇	かさ容量	m ³ /m ³
X ₈	外気温	℃
X ₉	W/C	%
X ₁₀	s/a	%
X ₁₁	細骨材のFM	-
X ₁₂	粗骨材のFM	-
X ₁₃	AE 剂量/セメント量	%
X ₁₄	県名	-

y_{c28} (28 日強度) = 0.025 (セメント) - 0.436 (水量) - 0.026 (細骨材量) - 0.043 (海砂の比率) + 0.023 (粗骨材量) - 0.617 (コンクリート温度) - 192.997 (かさ容量) + 0.214 (外気温) - 0.323 (w/c) - 1.947 (s/a) - 5.130 (細骨材の FM) + 3.036 (粗骨材の FM) - 1.201 (AE 剂量) + (県別の偏回帰係数) + 348.375

(1)

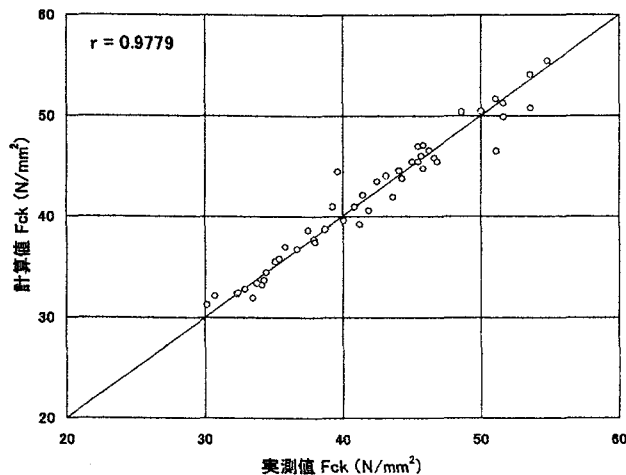


図-2 コンクリート強度 (28 日) の推定精度
 (室内標準養生)

3.現場標準・現場水中養生の試験強度の推定

現場水中養生の試験値と 2. で説明した室内標準養生の試験体から求められた重回帰式による計算値との関係を図-3 に示す. 図に見られるように現場に設置してあるために外気の温度変化を直接受ける. そのため, コンクリートの温度変化が室内と異なるために, 推定精度が大きくばらついている. 現場水中養生は, 外気温度変化の影響を受けていて推定は困難だと考えられる. 今後, コンクリートの温度変化の影響を考える必要がある.

現場標準養生の実測値と重回帰式の間係を図-4 に示す. 図に見られるように, 一定の割合で計算値より上昇しているのわかる. この理由は, ①プラントでは大きなミキサーで練られており, 練り混ぜ性能が向上したこと, ②運搬、ポンプ圧送により空気量が所定の値より低下したことにより強度が上昇したことが考えられる. 全体的に 15% 上昇している. 重回帰式の計算値を式 (2) のように割増し, 再度試験値と式 (2) の計算値 F_{ckn}

の関係を求めた.

$$F_{ckn} = (1 + \alpha) F_{ck} \quad (2)$$

ここで, F_{ck} は重回帰式による計算値, α は割増係数で 0.15 である. 図-5 に推定式の誤差分布を示す. 図に見られるように, 平均値がほぼゼロになり, ばらつきは 11% となり, 精度良く推定できる.

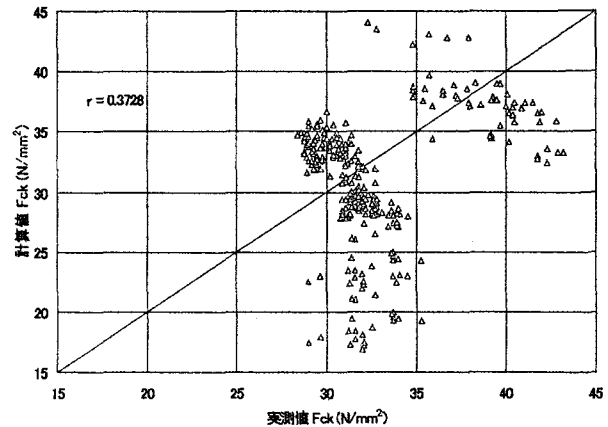


図-3 推定精度 (現場水中養生)

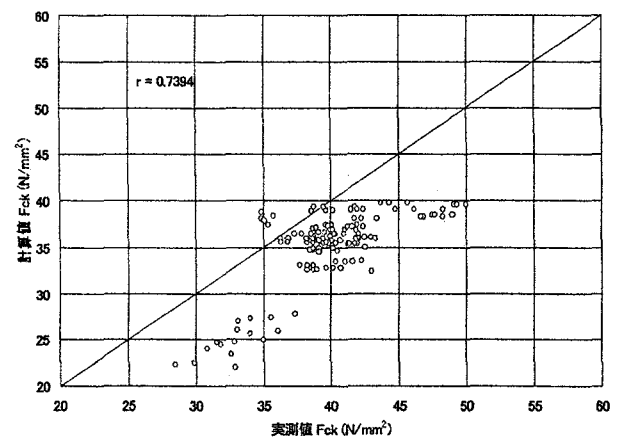


図-4 推定精度 (現場標準養生)

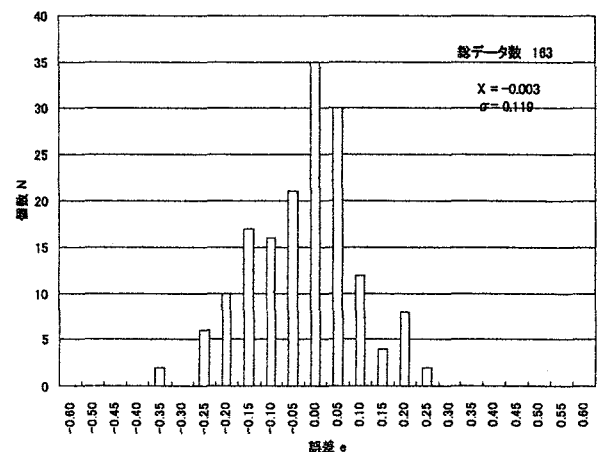


図-5 推定誤差の分布 (現場標準養生)