

分岐理論を適用したコンクリート強度の統計的考察

城 岸 建 設 機関 正会員 城岸 整功
 長岡技術科学大学建設系 正会員 丸山 久一
 東北大学工学部土木工学科 正会員 池田 清宏
 長岡技術科学大学大学院 学生員 石田 仁

1. はじめに

従来、コンクリートの圧縮強度分布は正規分布に近似されてきた。しかし、今後コンクリートの信頼性が高まるにつれて、強度変動は偶然性に対してある法則性が卓越してくるものと思われる。この時、この法則性を調べるにあたって供試体における初期不整の影響を無視できるか否かという問題に突き当たる。初期不整とは供試体において必ず含まれる不確定要因のことであり、コンクリートにおける初期不整の要因はコンクリート内部でのセメントペーストの濃度分布や骨材の粒度分布等に起因するものと思われる。

一方で、この初期不整の影響を記述した理論として分岐理論がある。この理論は、分岐によって耐荷力が支配されるすべての現象において適用可能な一般原理である。

そこで、コンクリートの圧縮強度の変動性状について、分岐理論の適用性を検討するために水セメント比および骨材の粒度分布を変化させて圧縮強度試験を行い、統計的考察を行った。

2. 試験方法

圧縮強度を得るにあたり、供試体の破壊モードが同一である場合の結果のみを抽出して統計処理することとする。ここでは破壊モードの分類は、応力ひずみ曲線と供試体の破壊状況から判断した。

2. 1 配合条件

配合条件としては、実用性を有したものであることはもちろん、ひび割れの確認が簡単に行えることが必要であることから、目標強度を 240 kgf/cm^2 として供試体を作成した。また、初期不整に影響を及ぼす要因を探すために、水セメント比および粗骨材の粒度分布を変化させた配合についても供試体を作成することとした。表-1に配合条件を、図-1に骨材の粒度分布曲線を示す。

2. 2 試験方法

試験はJIS A 1108「圧縮強度試験」に基づいて行った。また、ひずみは3個の変位計により平均して求めた。なお、試験は材令28日以上とし、同一バッチからは40本以上の供試体を得た。

3. 結果および考察

3. 1 分岐理論

Ikeda・Murota (1993) は各種の初期不整が正規分布に従うと仮定した場合の耐荷力の低下量を表す式を、分岐点の種類ごとに求

表-1 配合条件

	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
水セメント比 W/C (%)	62		52	62
粗骨材 最大寸法 (mm)	25			15

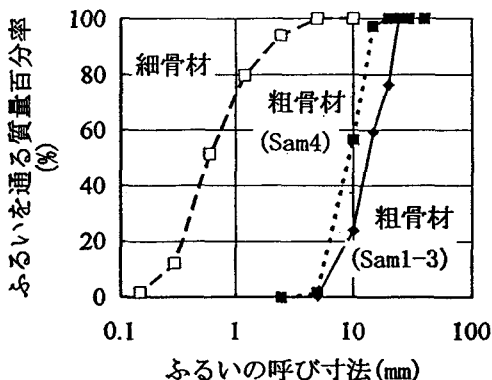


図-1 骨材の粒度分布曲線

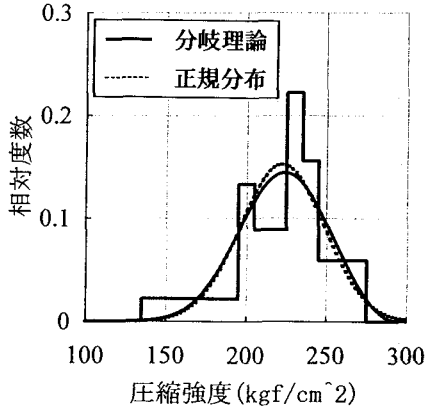


図-2 2重不安定対称分岐 (Sample 1)

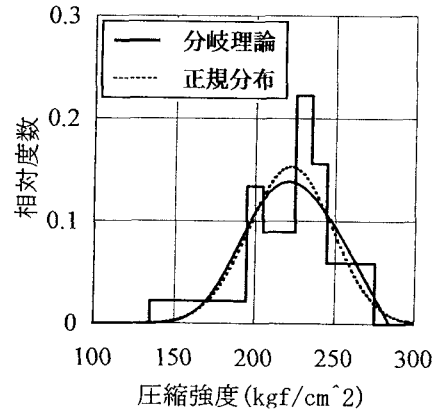


図-3 単純非対称分岐 (Sample 1)

めている。ここでは分岐理論による確率密度関数をコンクリートの強度変動に適用するに当たり、この式を用いることとした。

3. 2 分岐の種類

試験により得た圧縮強度分布に分岐理論を適用した結果を図-2～図-5に示す。ここで破壊状況から分岐は2重不安定対称分岐あるいは単純非対称分岐と推定されたことから、この2つについて比較するとともに、従来の正規分布についても適合性を検討した。

まず目標強度240 kgf/cm²における結果を、2つの分岐についてそれぞれ図-2および図-3に示す。

次に2重不安定対称分岐として、水セメント比および骨材の粒度分布を変化させた結果を図-4および図-5に示す。

適合性を調べるために、ここではK-S検定を行ったが、その結果を表-2に示す。適合性に関してはどの場合についても2重不安定対称分岐点の場合が適合性が高い。

4. 結論

以上のことから、次のことがいえる。

・定性的に判断すると、コンクリートの強度変動には分岐理論が正規分布より適合している。しかし、本研究の範囲ではその差はわずかであった。

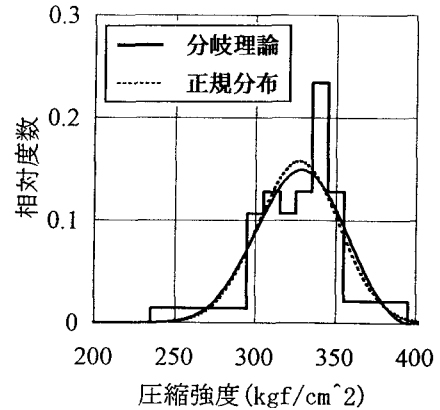


図-4 水セメント比の変化 (Sample 3)

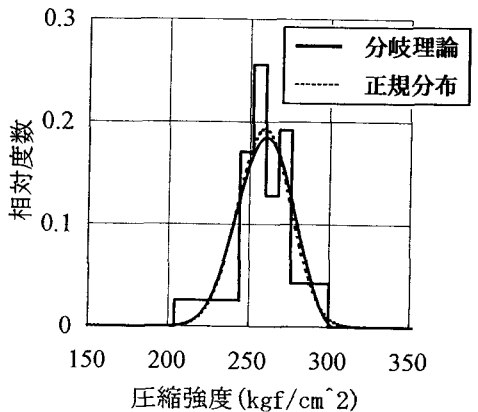


図-5 骨材粒度の変化 (Sample 4)

表-2 K-S検定結果

	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4
2重不安定分岐点	0.075	0.105	0.070	0.053
単純非対称分岐点	0.084	0.116	0.072	0.060
正規分布	0.085	0.113	0.074	0.051
基準 (有意水準5%)	0.20	0.20	0.20	0.20

【参考文献】

- 1) Ikeda, K., and Murota, K. (1993). Statistics of normally distributed initial imperfections. *Int. J. Solids Structures* 30(18), 2445-2467.