

1. 【序論】 本研究は、施工に用いられるコンクリートの品質検査の違いによって、設計時に考慮すべきコンクリートに関する材料係数の値は異なるべきであるという考えに基づき、その基礎的研究として、生コン工場の生産ラインから生産されるコンクリートの圧縮強度のばらつきが品質検査の違いによりどのように変化するかをモデルを用いて解析する。具体的には、JIS規格による品質検査(JISと呼ぶ)と、より厳しい品質検査を想定したJISを改良した品質検査(改良JISと呼ぶ)による、不合格率や品質検査後の合格したコンクリートのばらつきの変化を考察した。

2. 【コンクリートのばらつきのモデル】 まず、品質検査がない場合(検査前)のコンクリートのばらつきについて考える。本解析では、ある生産ラインから生産される生コンの圧縮強度のばらつきを、図-1でモデル化する。すなわち、配合強度を m とし、このラインから出る品質検査を行う1つの固まり(ロットと呼ぶ)のコンクリートの平均値もそれぞれ m とする。そして、各ロットは正規分布とし、それぞれの変動係数 CV は、平均値 m_{cu} 、変動係数 CV_{cu} の正規分布とする。そして、このラインから生産される全ロットのコンクリートのばらつきは、各ロットのコンクリートのばらつきを累積したものとし、 $0.02 \leq m_{cu} \leq 0.20$, $0.05 \leq CV_{cu} \leq 0.3$ で変化させることにより、全ロットのコンクリートのばらつきがどのように変化するかを解析した。その結果、 $f'_{ck}/m=Y$ とおいた時の全ロットのコンクリートにおける確率密度関数は図-2, 3の実線(検査前)に示されるようになり、以下の考察が得られた。①正規分布で近似できる。②変動係数は m_{cu} で近似できる。ただし、 CV_{cu} が大きくなる程、 m_{cu} 値より小さくなる。

3. 【品質検査手法】 JIS A5308「レディーミクストコンクリート」の圧縮強度に関する品質検査と、さらに試験数量をより多くし、より厳しい検査とした”JISを改良した品質検査”の品質検査の違いによるコンクリートの合格率の変化について解析を行う。

JISで規定されている品質検査は以下の条件である。

(a) 1回の試験結果は、購入者が指定した呼び強度の85%以上でなければならない。(b) 3回の試験結果の平均値は、購入者が指定した呼び強度の値以上でなければならない。また、より厳しい品質検査の一例として、試験値を4個に置き換えJISを改良した品質検査では、上記(b)を、”4回の試験結果の平均値は、購入者が指定した呼び強度の値以上でなければならない”とした。以上の条件を基にコンクリートのばらつきを、平均値 m 、標準偏差 σ 、変動係数 CV の正規分布と仮定し、呼び強度 f'_{ck} は、定数 k を与えることにより次式で定められる。

$$f'_{ck} = m - k\sigma \quad \cdots (1)$$

それぞれの品質検査における合格率 P_a と k 、 CV の関係を図-4に示す。この結果、 $CV \leq 0.1$ では、同一の k に対して P_a はさほど変化せず、 $CV = 0.1$ 以上の CV で急激に P_a が低下することがわかる。また、実線(JIS)と破線(改良JIS)を比較すると、 k が同じ値であれば、当然のことながら、より厳しい品質検査を表す破線の方が合格率が下がっていることがわかる。

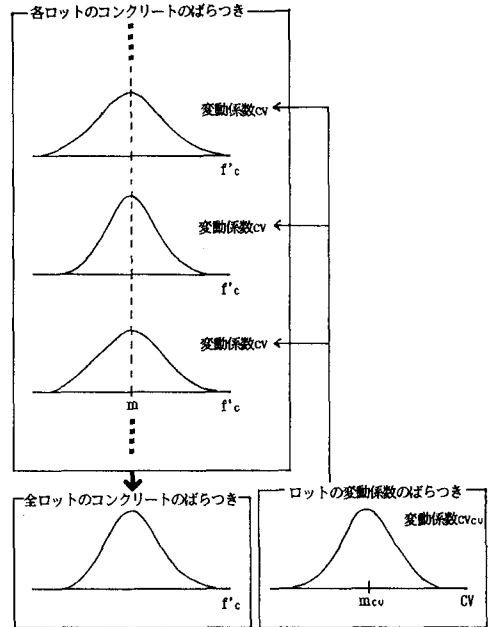


図-1 コンクリートのばらつきのモデル

4. 【品質検査の違いによるばらつきの変化についての解析】 ここでは、図-1に示したモデルの中に、3.の品質検査の項目を追加し、全ロットに対する不合格率及び検査後の合格したコンクリートのばらつき解析を行った。すなわち、2.で求めた各条件ごとの全ロットのコンクリートのばらつきにおける5%フラクティル値を f'_{ok} とおき、この f'_{ok} に対する各ロットの3.で求めた不合格率を累積した値が全ロットに対する不合格率となる。また、各ロットの合格分のばらつきのみを累積したものが、検査後の合格したコンクリートのばらつきとなる。図-2、3はそれぞれ m_{cu} 、 CV_{cu} が異なる場合の2つの品質検査の違いによる検査後のばらつきを検査前とともに示している。また表-1には各 m_{cu} 、 CV_{cu} による不合格率の一例を示す。

5. 【まとめ】 表-1より、 m_{cu} 、 CV_{cu} の値が大きいくほど不合格率が大きくなり、品質検査の違いによる不合格率の差も大きくなるのがわかる。しかし、不合格率が小さい場合は、図-2からもわかるように検査前と検査後のばらつきの変化は見られなかった。また、本解析で不合格率が最大となる図-3の場合においても、厳しい検査ほどばらつきが小さくなり不良品がカットされていることは確認されたが、材料係数の変化が可能となるまでの違いは見られなかった。今後は、どの程度の品質検査の違いにより、検査前後でのばらつきに変化が生じるのかについて解析していきたい。

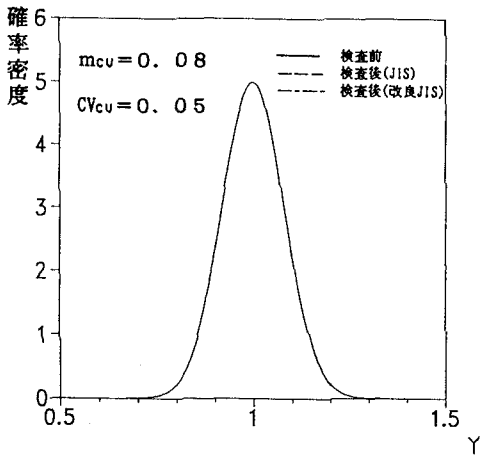


図-2 検査前と検査後のコンクリートのばらつきの変化

表-1 品質検査による不合格率

m_{cu}	CV_{cu}	不合格率	
		JIS	改良JIS
0.08	0.05	0.00126	0.00172
0.08	0.30	0.02114	0.02141
0.10	0.05	0.00787	0.00883
0.10	0.30	0.02817	0.03397
0.12	0.05	0.00918	0.01613
0.12	0.30	0.04700	0.05874
0.16	0.05	0.02968	0.04054
0.16	0.30	0.06931	0.09224
0.20	0.05	0.04433	0.06640
0.20	0.30	0.09483	0.12703

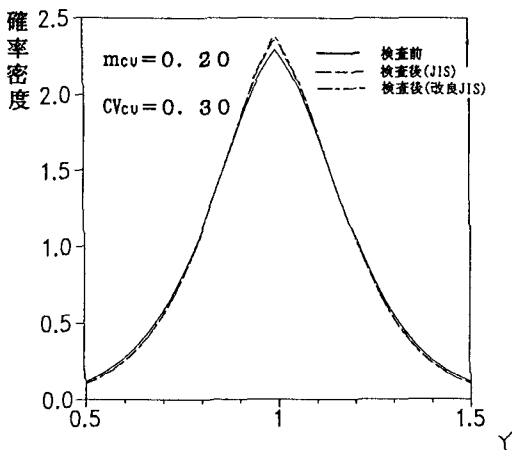


図-3 検査前と検査後のコンクリートのばらつきの変化

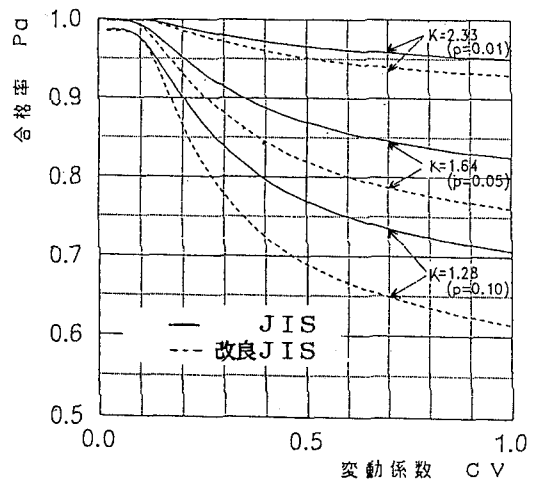


図-4 品質検査の違いによる合格率の変化