

コンクリートの品質の統計的検査方法に対する考察

大阪市立大学工学部 正員 水野俊一
 修成建設専門学校 正員 O井沢明義

土木学会制定のコンクリート標準示方書(無筋・鉄筋コンクリート)には、コンクリートの品質検査の規定が新たに設けられた。これには、検査を行う場合に特に注意しなければならない点が含まれていることが判明したので、ここに報告する。

1 問題点

標準示方書に示されている方法は、全部の試験値を用いて全体の品質を検査するとともに、任意の連続する数個の試験値についても検査すること、検査条件としては、(a) 連続する 10 個の試験値のうち $0.80 \sigma_{ck}$ を下がるものが 1 個より多くない、(b) 同様に σ_{ck} を下がるものが 4 個より多くない、を用い、配合強度の条件を満足する品質のコンクリートがこの条件を満足しない危険率はほぼ $1/10$ であること、この検査には 30 個程度の試験値をとるのが望ましいこと、等である。

この検査方法に対して、先に発表した点以外に、生産者危険率が果して $1/10$ であるかどうか、この方法が適当であるかどうか、試験値が小さい場合にはよりよい方法がないかどうか、等が問題となつたので、これらに検討を加えた。

2 品質検査の危険率

まず、予想した変動係数と所要の配合強度を有するコンクリートがつくられた場合に、30 個の圧縮強度試験値を用いて上記の (a) および (b) の検査をするとき、不合格と判定される危険率が果して約 $1/10$ であるかどうかを検討することにする。

いま、ある限界強度を下がる不良率が p のコンクリートから 30 個の試験値をえるとき、この中に R 個の不良値が生ずる確率 p_R は、 $p_R = 30! / R!(30-R)! \cdot p^R (1-p)^{30-R}$ と考えることができる。つぎに、30 個の試験値中、不良値が R 個含まれているとき、何れの連続する 10 個の試験値のうちにも不良値が r 個より多くない確率 $g_{r,R}$ を求めると、 $p = 1/20$ 、 $r=1$ の場合、 $R=2$ で $g_{1,2} = 0.483$ 、 $R=3$ で $g_{1,3} = 0.054$ となる。

不良率が p のとき、30 個の試験値に対して検査条件を満す確率 P は、 $P = \sum p_R \cdot g_{r,R}$ と考えられるから、 $p = 1/20$ 、 $r=1$ の場合、(a) の条件を満す確率を計算すると、 $P = 0.685$ となる。すなわち、良いコンクリートでも (a) の条件を満足しない危険率は 31% あることがわかる。

つぎに (b) の条件に関しては、 $r=4$ の場合の $g_{4,R}$ は、これを計算によつて求めるのは困難である。そこで、球を用いて実験的にこれを求めることにした。実験結果をまとめると図-1 のようになる。図中の数値は、(合格回数)/(実験回数)を示している。

この結果を用いて、所定の配合強度を有する良いコンクリートが (b) の条件を満足しない危険率を算出すると 37% となつた。

以上のように、配合強度の条件を満足する良いコンクリートでも、30 個の試験値がえ

られたとき、(a) および (b) の条件を満足しない危険率はそれぞれ 31 % および 37 % となり、示方書に示されている値 $1/10$ とはならない。 $1/10$ という値は、試験値の数が 10 個の場合の値である。そこで、この危険率を ほぼ $1/10$ とするためには、割増し係数を更に大きくして配合強度を定める必要がでてくるわけである。どの程度割増し係数を増大する必要があるか求めてみるとつぎのようになる。

平均強度の低下は主として (b) の条件によつて検出されるから、良いコンクリートが (b) の条件を満足しない危険率を $1/10$ とするためには、 $p = 0.162$ でなければならぬ。いま、変動係数が 15 % のときには、割増し係数は 1.17 となり、配合強度の条件からえられる値 1.11 よりも大きくなる。

3. 提案する検査方法

以上の結果から、上記の検査方法に代つて次の方法を提案したいと思う。計数検査方式を用いることを前提とすれば、「(A) N 個の試験値のうち $0.80 \sigma_{cm}$ を下がるものが Y_A 個より多くない。(B) N 個の試験値のうち σ_{cm} を下がるものが Y_B 個より多くない。ここに、 Y_A および Y_B は図-2 より求められる値である。」

Y_A, Y_B は、配合強度の条件を満足する品質のコンクリートがこの条件を満足しない危険率が ほぼ $1/10$ となるよう (15 % はこえない) に求めた。

この方法によつて全体の品質を検査するとともに、試験値が 10 個えられるごとに $N=10$ の検査をすればよい。この検査方法の消費者危険率 β と悪いコンクリートの $f' = (\text{平均強度}) / \sigma_{cm}$ との関係を図-3 に示した。なお、既に発表したように、この検査方法は平均強度の低下を検査するものであつて、ばらつきの検査は別に行うことが必要である。

