

コンクリート舗装の圧縮強度による管理・検査に関する一考察

土木研究所 正会員 ○森濱 和正, 勝畑 敏幸

1. 目的

コンクリート舗装の構造設計は曲げ強度によって行われており、コンクリート強度の管理・検査は曲げ強度を用いることが原則とされている。しかしながら、曲げ強度試験は大変であることは以前から指摘されている。さらに、コンクリート舗装が少ないことから、曲げ強度試験用の型枠、および試験装置を所有している試験機関も少なくなっているなどの問題もあり、圧縮または割裂引張強度による管理・検査が望まれている¹⁾。本報告は、管理に圧縮強度を用いる場合の強度判定基準について検討したものである。

2. 圧縮強度に置き換える方法とその問題点

セメントコンクリート舗装要綱²⁾では、圧縮強度に置き換えて設計基準強度、配合強度を定める場合、水セメント比 W/C が異なる 4 組以上の試験結果から曲げ強度と圧縮強度の回帰式を求め、圧縮強度の推定値の標準誤差だけプラスの方向に平行移動させることになっている。これらの関係は式(1), (2)によって表される。

$$\text{曲げ強度と圧縮強度の回帰式} \quad f_c = a \cdot f_b + b \quad (1)$$

$$\text{換算した設計基準圧縮強度} \quad f_{ck} = a \cdot f_{bk} + b + S_E \quad (2)$$

ここに、 f_b , f_c : 曲げ、および圧縮強度, a , b : 回帰係数, f_{bk} : 設計基準曲げ強度, f_{ck} : 換算した設計基準圧縮強度, S_E : f_b による f_c の推定値の標準誤差。

この方法は図 1 のようになる。

W/C を変化させたコンクリートの曲げ強度 f_b と圧縮強度 f_c の関係を式(1)によって回帰することにより f_b - f_c 回帰直線と標準誤差 S_E が得られる。

本来、曲げ強度で管理・検査する場合の強度分布は D_{b0} である。配合曲げ強度 f_{br} は、 f_{bk} を下回らない条件と、強度の変動係数 V を仮定することにより割増し係数 p が求められ、 f_{bk} を p 倍することにより得られる。

圧縮強度を用いる場合も同様に、設計基準曲げ強度 f_{bk} に対する換算設計基準圧縮強度 f_{ck} を式(2)によって求める。 f_{ck} を下回らない条件、および V を仮定することにより、配合圧縮強度 f_{cr} が得られる。そのときの強度分布は D_c である。

仮に、標準誤差を考慮せず式(1)で f_{bk} に対応する換算設計基準圧縮強度 f'_{ck} を求め、そのときの強度分布を D'_c とすると、不合格とすべきコンクリートを誤って合格と判定する危険が強度分布 D_c よりも高くなる。

一方、圧縮強度分布 D_c を用いた場合の曲げ強度分布は D_{b1} となる。本来、 f_{bk} を下回る確率が、設定した条件以下であればよいことから、曲げ強度分布 D_{b1} が f_{bk} を下回る確率は小さくなり、かなり安全側になること

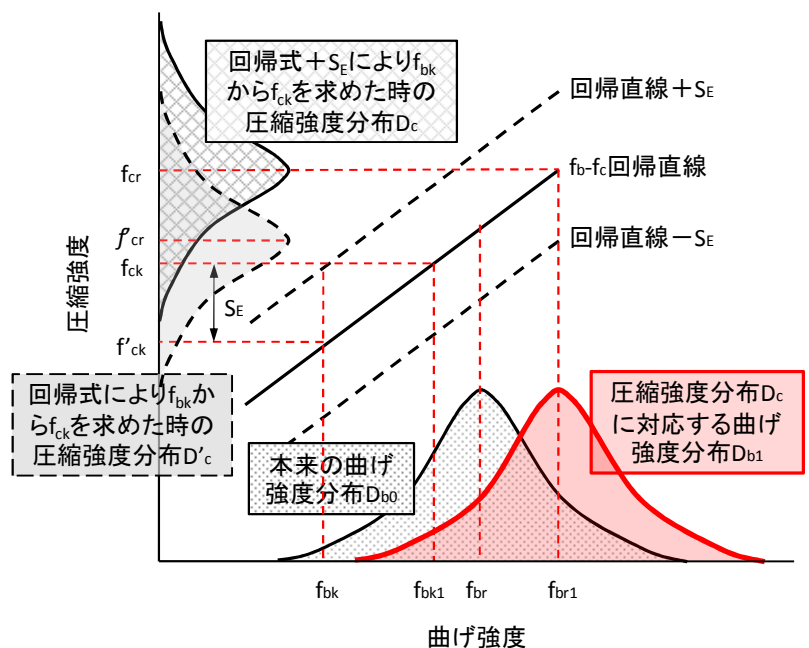


図 1 曲げ強度と圧縮強度の関係

キーワード 舗装コンクリート, 曲げ強度, 品質管理・検査, 圧縮強度

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所基礎材料チーム TEL 029-879-6761

が予想される。安全側にしすぎると、W/C を低くする必要があり、単位セメント量の増大により不経済になる、ひび割れが発生しやすくなるなどの問題を生じる恐れがある。圧縮強度を管理・検査に用いる場合、適正な補正を検討する必要があるものと考えられる。このことは、割裂引張強度を用いる場合も同様である。

3. 実例による検討

3.1 設計基準曲げ強度を下回る確率

以上のとおり、圧縮強度による判定値を設定する場合、曲げ強度が高い確率で不合格と判定されるコンクリートが、圧縮強度でも高い確率で不合格と判定され、逆に高い確率で合格されるコンクリートは圧縮強度でも高い確率で合格と判定されることが望ましい。文献 2) による方法は、どの程度安全側になっているのかを、文献 1) の実験結果をもとに確認することとする。

文献 1) の曲げ-圧縮強度結果の中から平均的な結果について検討した結果が図 2 である。図 2 は、強度分布を除き図 1 に合わせて示している。コンクリートは、粗骨材の最大寸法 40mm, W/C 50.0, 42.1, 36.4% の 3 種類, 単位粗骨材かさ容積 0.71 一定, 単位水量はそれぞれ 149, 152, 152kg/m³ である。

f_b - f_c 回帰式は図中のとおりであり、 $S_E=3.8\text{N/mm}^2$ であった。

$f_{bk}=4.5\text{N/mm}^2$ と仮定し、 f_{ck} を式(2)によって、 f'_{ck} を式(1)によって求め、それぞれ 38.0N/mm^2 , 34.2N/mm^2 となった。

f_{cr} , f'_{cr} は、JIS A 5308 と同じ条件で割増し係数を求め、 $V=10\%$ のとき $p=1.21$ であり、 $f_{cr}=46.0$, $f'_{cr}=41.4\text{N/mm}^2$ である。

f_{ck} , f_{cr} に相当する曲げ強度は、 $f_{bk1}=4.84\text{N/mm}^2$, $f_{br1}=5.54\text{N/mm}^2$ である。曲げ強度分布 D_{b0} が f_{bk} を下回る確率は 4.2%

(1.73σ) であるが、 D_{b1} が f_{bk} を下回る確率は 0.5% (2.60σ) であり、かなり小さくなっている。

3.2 単位セメント量に及ぼす影響

次に、W/C の変化、それに伴い単位セメント量がどの程度増加するかを C/W と圧縮強度、単位水量の関係から求める。 f'_{cr} のとき W/C=43.1%, 単位セメント量は 346kg/m^3 に対し、 f_{cr} のとき W/C=38.9%, 単位セメント量 383kg/m^3 となり、W/C は 4.2% 低くなり、単位セメント量は 37kg/m^3 も増加した。

今回は 1 種類の骨材についての検討である。今後各種骨材、配合などについても検討し、さまざまな条件に対する適正な補正方法の検討が必要である。

4. まとめ

曲げ強度の代替として圧縮強度を管理・検査に用いるための検討にあたって、セメントコンクリート舗装要綱により圧縮強度の標準誤差だけプラスに移動する方法について検討した結果、この方法はかなり安全側になり、単位セメント量の増加、およびそれに伴う問題などを生じる恐れがある。

今後は、多くの事例を収集し、適正な補正方法に関する検討を実施したいと考えている。

参考文献

- 1) 例えば、河野広隆ほか：舗装用コンクリートの曲げ強度と引張強度の関係、セメントコンクリート, No.584, pp.50-57, 1995.10
- 2) (社)日本道路協会：セメントコンクリート舗装要綱, 昭和 58 年度改訂版, pp.68, 1984.2

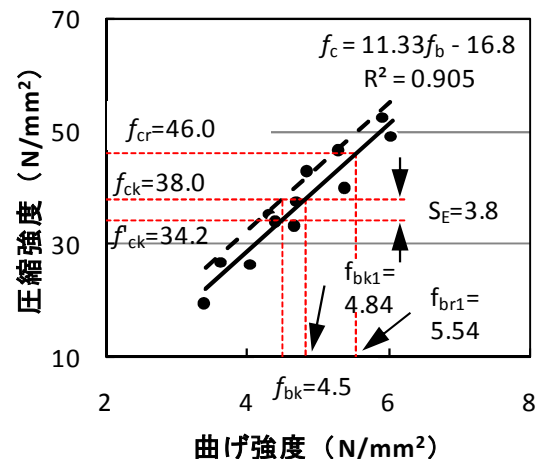


図 2 曲げ強度と圧縮強度の関係
(実例による検討結果)