

舗装コンクリートの圧縮強度による管理・検査の提案

ものつくり大学 正会員 ○森濱 和正

ものつくり大学 正会員 澤本 武博

1. はじめに

コンクリート舗装は曲げ強度による管理・検査が行われている。しかし、曲げ強度試験は供試体が重い、試験が大がかりである、最近では曲げ供試体用型枠の所有率の低下、強度試験機の載荷容量が大きくなる傾向にあり曲げ強度試験に適さないなど、曲げ強度試験環境が悪化しており、圧縮強度による管理・検査が検討されている。圧縮強度による管理・検査方法は既にセメントコンクリート舗装要綱（日本道路協会）にも示されているが、安全性を確保するために強度のばらつきを考慮して割増しを行う方法が示されている²⁾。しかしこの方法では単位セメント量が増加し過剰強度になる、ひび割れが発生しやすくなるなど多くの問題がある。

そこで筆者らは、強度の割増しを行うことなく圧縮強度による管理・検査を行うことができる方法（提案法）について検討している^{1) 3)}。今回、新たなデータ^{4)~7)}について提案法がどの程度適用可能か検討した。

2. 提案法の概要

図1に提案法を示す。図中の①は曲げ強度と圧縮強度の回帰式、②は圧縮強度の標準偏差 σ_c 分加えた関係式である。③は①に配合曲げ強度 f_{br} を代入したときの圧縮強度 f_{cr1} を求める。この強度は配合圧縮強度に相当する強度である。④は f_{cr1} に圧縮強度の変動係数を考慮した割増し係数で除して設計基準圧縮強度に相当する f_{ck1} を求める。⑤は①に設計基準曲げ強度 f_{bk} を代入して求めた f_{cko} である。このとき⑥ ($f_{ck1} - f_{cko}$) が、⑦ $\sigma_c < (f_{ck1} - f_{cko})$ の場合、通常の配合設計と同程度以上の安全性が確保された上で圧縮強度による管理・検査ができる。

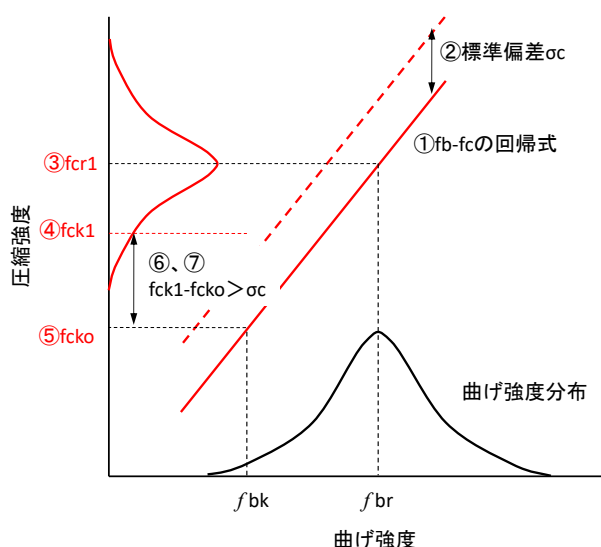


図1 圧縮強度による管理・検査方法の提案

3. 提案法の検討

文献3)では、15種類の骨材について提案法が検討され、10種類の骨材、つまり2/3の骨材については提案法が適用可能であることが確認されている。適用できる条件として、曲げ強度と圧縮強度の回帰式の傾きが大きく、ばらつき（決定係数）が小さく、傾きと決定係数の積が10程度以上になることが示されている。

今回、文献4)~6)と文献7)の一部の結果を用いて提案法がどの程度適用可能かを確認した。その試算結果を表1に示す。使用されている骨材は12種類、セメントは文献4)では普通および早強ポルトランドセメント(N, H)、高炉セメントB種(B)の3種類、そのほかはセメントNが使用されている。水セメント比 W/C を3点変化させ、曲げ強度と圧縮強度の結果を回帰し、提案法による試算を行った結果である。

4. 考察

表1の結果について何点か考察する。

(1) 水セメント比の間隔

水セメント比は、文献4)は10%間隔、文献5)は5%間隔、文献6)と7)は3%間隔である。文献7)の結果は、傾きが本来とは逆のものがあるなど、水セメント比の間隔が3%だと小さく、曲げ強度と圧縮強度の本来の関係を求めることができない可能性がある。以下の考察に文献6)と7)の結果は用いないこととした。

キーワード コンクリート舗装, コンクリート強度管理の合理化, 圧縮強度

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷333 ものつくり大学建設学科 澤本研究室 TEL 048-564-3856

表1 圧縮強度による管理・検査に関する試算

(強度, 標準偏差の単位: N/mm²)

文献番号		4)						5)					6)		7)		
項目	記号	B-N	B-B	B-H	D-N	D-B	D-H	A	B	C	D	E	砕石	山砂利	1	3	4N
曲げ 圧縮 関係	① ① 傾き ② 切片 ③ 決定係数 R^2	5.15	5.48	12.63	12.84	7.63	5.50	12.65	11.3	6.42	13.44	10.68	9.48	6.73	-11.06	4.69	6.72
		11.28	5.90	-29.15	-31.10	-5.55	12.15	-40.69	-37.4	1.45	-38.68	-20.76	-14.61	1.90	124.92	13.97	6.06
		1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.90	0.87	0.71	0.92	0.99	0.95	1.00	1.00	0.75	0.98	0.80
	② 圧縮強度の標準偏差	0.21	0.79	1.91	0.39	0.40	2.33	2.43	2.34	1.69	1.48	1.45	0.29	0.06	0.06	0.36	0.41
圧縮 強度	③ ①に f_{br} を代入し圧縮強度 f_{cr1} を求める	39.1	35.5	39.1	38.2	35.7	41.9	27.6	23.6	36.1	33.9	36.9	36.6	38.2	65.2	39.3	42.3
	④ f_{cr1} から f_{ck1} を求める	32.6	29.6	32.5	31.9	29.7	34.9	23.0	19.7	30.1	28.2	30.8	30.5	31.9	54.3	32.7	35.3
	⑤ ①に f_{bk} を代入し圧縮強度 f_{cko} を求める	34.5	30.6	27.7	26.7	28.8	36.9	16.2	13.5	30.3	21.8	27.3	28.1	32.2	75.2	35.1	36.3
	⑥ ④-⑤	-1.9	-1.0	4.9	5.2	0.9	-2.0	6.8	6.2	-0.2	6.4	3.5	2.4	-0.3	-20.8	-2.3	-1.0
判定	⑦ ⑥>②は, 配合変えず管理・検査の可否	不可	不可	可	可	可	不可	可	可	不可	可	可	可	不可	不可	不可	不可
	⑧ ①の傾き×決定係数	5.1	5.5	12.0	12.8	7.6	5.0	11.0	8.0	5.9	13.3	10.2	9.4	6.7	-8.3	4.6	5.4

※試算上の仮定として, 圧縮・曲げ強度の試験結果の変動係数を10%と考え, 強度の割増し係数を, 圧縮・曲げともに1.2とした。
文献4)の記号の, 前のB, Dは骨材の種類, 後ろのN, B, Hはセメントの種類であり, 普通ポルトランドセメント, 高炉セメントB種, 早強ポルトランドセメントである。文献5), 6), 7)は, 骨材の種類である。

(2) 骨材

骨材の種類(砕石, 砂利など)と提案法の適用の可能性について確認しようとしたが, 明確にすることはできなかった。セメントNを用いた文献4)のB-N, D-Nと, 文献5)の5種類, 併せて7種類の骨材の結果, 5種類は提案法の適用が可能, 2種類は不可能であり, 文献3)の場合と同じく2/3程度の骨材に適用が可能である。

(3) セメントの種類

文献4)の骨材とセメントの種類の関係は, 骨材BとDでは全く逆の結果になっており, 提案法が適用可能なのは, 骨材BはセメントH, DはNとBである。一例の結果ではあるが, 骨材の違いのみではなく, セメントの種類との組み合わせによっても結果に影響を及ぼすようである。

(4) 提案法の適用条件(帰帰式の傾きと決定係数)

提案法適用の可能性の指標として, 文献3)では傾きと決定係数の積が10程度以上が示されているが, 今回は8程度以上でも適用できる可能性が示された。

5. おわりに—提案法の適用に当たっての注意点と今後

提案法の適用の可能性を確認するにあたっては, W/Cの間隔は5%以上に設定し, 実際に使用する骨材, セメントによって曲げおよび圧縮強度試験を行うことが必要であり, 2/3程度の骨材に適用できる可能性がある。

舗装コンクリートの強度の管理・検査に提案法を適用することにより, 圧縮強度試験による大幅な合理化が図られることが期待される。今後, 現場への適用が期待される。

検討に当たり, 生コン技術大会の論文と全国生コンクリート工業組合連合会の報告書のデータを使わせていただいたことに感謝いたします。

参考文献

- 1) 土木学会, コンクリート舗装の設計・施工・維持管理の最前線, 舗装工学ライブラリー16, pp.196-209, 2017.9
- 2) (社)日本道路協会: セメントコンクリート舗装要綱, S59 (1984) 版
- 3) 森濱和正ほか: 舗装用コンクリートの圧縮強度による管理・検査に関する検討, 第70回セメント技術大会講演要旨, pp.204-205, 2016.5
- 4) 上原清幸ほか: コンクリート舗装に関する基礎実験, 第17回生コン技術大会, pp.233-236, 2013.1
- 5) 辛崎秀剛ほか: 舗装コンクリートの合理的な強度管理手法提案に向けた実験, 第18回生コン技術大会, pp.109-112, 2015.1
- 6) 竹下幸秀ほか: 曲げ強度管理試験方法の省力化に関する検証, 第18回生コン技術大会, pp.113-118, 2015.1
- 7) 全国生コンクリート工業組合連合会: 舗装コンクリートの強度管理試験方法の省力化に関する調査研究報告書, H27 (2015) .3