

較し、それが大むね上の式による数字に合う事を記している。

第10章 河川と樹枝状構造

(A) 河川は次の2条件を満足する事により、樹枝状構造として取扱い得る。

a) 河川は合流して流れる方が、別々に流れるより抵抗が少くなる。

b) 河川には浸蝕により河形及び勾配を変化せしめる性質があり、しかもその方向は常に「抵抗をより少くする形」である。

次に河川が樹枝状構造の標準形として取扱い得る条件を吟味し、普通の河川は近似的にかくなる事を結論した。

(B) 標準形と擾乱作用 自然地表面は凸凹多く中々樹枝状構造の標準形にはならない。よつて之を擾乱作用として取扱つた。並行に流れるべき同級の流れが、途中の擾乱により、途中で合流して一方が他の支流になる場合がある。此の場合の支流は樹枝状構造理論による支流よりは著しく大きく(樹枝状理論の場合には支流は幹流の大凡 1/8 程度) その方向も本流に対して直交的でなくて並行的である。我国の河川の上流は、屢々2流に分れている(例えば信濃川における千曲川、

犀川、富士川における釜無川、苗吹川) のを見る。本来並行すべき同級の河川が擾乱作用によつて、合流する迄の平均距離すなわち「自由流路の長さ」については原文第8章にその計算が記されている。

その結論は次の式になる。

$$\frac{\sqrt{n}}{\sqrt{\pi}} e^{-\frac{a^2}{n}} - \left(\frac{a^2}{n} - \frac{1}{2} \right) = 0$$

a: 並行2流の間の距離を擾乱半径を単位として計つた数

n: 自由流路の長さを擾乱半径を単位として計つた数

表-4

a	3	5	10	20	40
n	8	18	66	218	728

すなわち自由流路の長さは、擾乱半径の増大(aの減少)とともに急速に短くなり、n/a が分岐数 m_i の値(7.4~10程度)より小になれば、河川に対する樹枝状理論は最早通用しなくなる。すなわち本理論運用の限界を示す。

(昭.26.9.3)

UDC 666.971 : 539.411

セメント圧縮強度とコンクリート圧縮強度との関係について¹⁾

正員 工学博士 水野高明*

ON THE RELATION BETWEEN THE COMPRESSIVE STRENGTHS OF CEMENT AND CONCRETE

(JSCE Dec. 1951)

Dr. Eng., Takaaki Mizuno, C.E. Member

Synopsis The writer reports the results of his experimental researches on the relation between the compressive strength of cement in accordance with JIS standard and that of concrete for various cement-water ratios.

The test data were plotted and from them the safe design curves were drawn. At the same time, the ratios of 28 day strength to 7 day strength of concrete were plotted against those ratios of cement for various water-cement ratios. This makes it clear that there is a certain relation among these values.

要旨 本文は、セメント JIS 圧縮強度及びセメント水比とコンクリート圧縮強度との関係を求める目的で、昭和23年10月より昭和26年3月に至る期間

に施工された九州各地の土木及び建築工事現場の材料を使用し、その配合に準じて、九州大学土木実験室に於て作製した、コンクリートについての試験報告である。

* 九州大学教授、工学部土木教室

1) 昭和26年5月27日、第7回年次学術講演会にて講演

1. 序 言

一定のセメント及び骨材を使用したコンクリートの

強度はセメント水比と直線の関係有するという説は Lyse によつて提唱され、一般に是認された通則となつてゐる。併し乍らセメントの種類及び品質並びに骨材の種類が変化すれば、夫々の組合せによつて此の直線関係は変化し、之等の全ての要素を包括する如き、一定の法則を樹立する事は困難なる問題である。故に個々の場合に与えられた材料によつて試験を行わなければ、正しい値を得る事が出来ない事は勿論である。所が我国の現状では各作業場で一々試験を実施して、配合を定める事は困難なる場合が多い。よつて之に対して信頼し得べき安全な目安を与える事は無意義ではないと思ふ。

著者は此の目標に対して、出来る丈の普遍性を与える為に九州各地の工事現場に使用された多種の骨材及び各会社のセメントを用い、夫々現場の配合比及び比較の為の数種の配合比による強度試験を行つた。試験結果の整理に當つて、以上の要素を全て取入れる事は殆んど不可能であるから、最も支配的な影響を与えると思われるセメント強度を基準として、セメント水比とコンクリート強度との関係をしらべた。

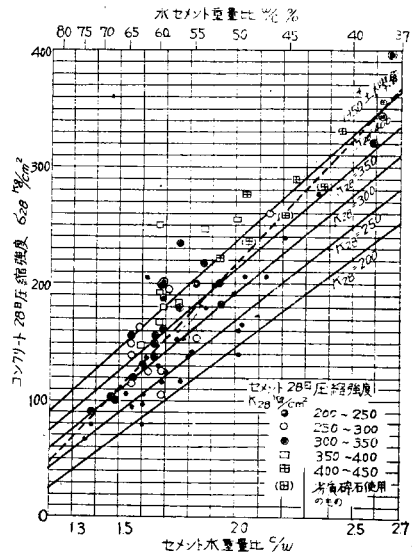
2. 材料及び供試体

- セメント 8 会社 10 工場製品
- 細骨材 砂 8 種、粗粒率 2.59~3.84
- 粗骨材 砂利 7 種、碎石 5 種
粗粒率 6.82~7.90
最大寸法 25~50 mm
- スランプ 3~22 cm
- 養生方法 2 日室内、26 日湿気中
温度 21~23°C
- 供試体 約 80 種
- 標準供試体 7 日試験用各 3~4 個
28 日試験用各 3~4 個

3. セメント強度及びセメント水比とコンクリート強度との関係

横軸にセメント水重量比、縦軸にコンクリート 28 日圧縮強度を取り、セメント JIS 28 日圧縮強度を 5 段階に分類し、夫々異つた記号を用いて、以上の試験結果(各平均値)を記入すれば、図-1 の如く可成り散点する。此の様な結果は、多数の材料の組合せによるものであるから当然予想される事で、之を最小自乗法等によつて平均の線を求めても、単一なる事象の観測結果ではない為に、単に傾向を示すに留まり価値は少ない。実用的に重要な事は安全にして信頼し得べき目標を与える事である。かかる場合の整理法として採用される手段は、例えば CBR と靱性舗装厚との関係を示す曲線²⁾、或いは平板載荷試験と路盤支持力と

図-1 セメント水比とコンクリート強度との関係



の関係を示す曲線³⁾等を求める為に使用されている如き最低線を与える方法である。最低線を描くに當つては例外値を除いて出来る丈最低の点を通り、且又平均の傾向を示す線に成可く、平行である事が要求される。

図-1 に於ては、以上の主旨にそつて、安全なる強度直線を得る為に、夫々のセメント 28 日圧縮強度に対する点を殆んどその上部に包含する如き直線を引いて見た。先づ $K_{28}=400$ の線は、碎石劣質で碎石自体が破碎したものを除くと図の如くなる。 $K_{28}=300$ の線は、1 点丈を除いて最低線と考えられる。 $K_{28}=200$ の線は、最低の点を通れば図より稍下るべきであるが 2 点丈特に飛び離れているから之を例外と見做し、400 及び 300 両線の間隔と略等間隔を保たせて図示の線を引いた。 $K_{28}=250\sim300$ 及び $K_{28}=350\sim400$ は点の数が少いから、以上の 3 線間を約等分すれば、図示の如く 1 点のみが外れる丈であるから、妥当性を欠いてはいないと考えられる。

之等の直線の方程式は次の如くなる。

セメント JIS 28 日 圧縮強度 $K_{28}(\text{kg/cm}^2)$	コンクリート 28 日 圧縮強度 $\sigma_{28}(\text{kg/cm}^2)$
200	$\sigma_{28} = -158 + 152c/w$
250	$\sigma_{28} = -151 + 160c/w$
300	$\sigma_{28} = -144 + 168c/w$

2) C. R. Foster: Design Curves for Single Wheel Loads. Transactions of ASCE, Vol. 115, 1950.
3) L. A. Palmer: Field Loading Tests for the Evaluation of the Wheel-load Capacities of Airport Pavements. Special Tech. Pub. of ASTM, No. 79, 1947.

$$\begin{aligned} 350 & \quad \sigma_{28} = -137 + 175c/w \\ 400 & \quad \sigma_{28} = -130 + 183c/w \end{aligned}$$

但し、 c/w はセメント水重量比を示す。

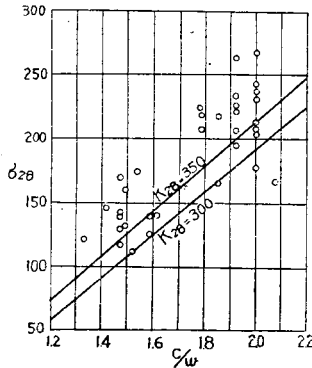
吉田徳次郎先生著「鉄筋コンクリート施工法」記載のA曲線は、 $\sigma_{28} = -120 + 180 c/w$ 、B曲線は、 $\sigma_{28} = -120 + 160 c/w$ であり、山田順治氏著「コンクリート工学」には内山実氏実験結果として、 $\sigma_{28} = -138 + 180 c/w$ なる式が引用されている。之等の直線は 図-1 の直線と略同様な傾向を有する。又昭和 25 年制定の土木学会標準式方書の直線は、 $\sigma_{28} = -211 + 214 c/w$ で図に破線で示した如く稍々急な傾斜を与える。

勿論本図の直線群は最低限界であるから、一般には之より可成り強い事が多いであろう。

尚建築学標準仕様書では、 $\sigma_{28} = K_{28}(0.85 c/w - 0.64)$ なる式を与えているが、之は著者の実験値より相当強い値を示す。

昭和 26 年 6 月、7 月に国鉄下関工事々務所試験室に於て、門司鉄道管理局管内 12 保線区の広範なコン

図-2 門司鉄道管理局管内
コンクリート強度
($K_{28} = 324 \text{ kg/cm}^2$)



クリートの強度試験である。此の結果を 図-2 に揚げ、同時に著者の $K_{28} = 300$ 及び 350 線を記入した。之によると 300 の線は略最低限界であり、平均の傾向を示す線に大体に於て平行であると見做しても大差ない様である。

4. セメント強度比とコンクリート強度比との関係

図-3 には、セメント 28 日圧縮強度及び 7 日圧縮強度の比 K_{28}/K_7 と、コンクリート 28 日圧縮強度及

び 7 日圧縮強度の比 σ_{28}/σ_7

との関係を図示した。勿論 K_{28}/K_7 が増大する程 σ_{28}/σ_7 も増大する性質を示すが、後者の増加の割合は、水セメント比が小さければ比較的小さく、水セメント比の増大と共に大きくな

る傾向がある事は、従来認められている所と一致する⁴⁾。図-1 の場合と同様に各水セメント比に対して最低線を引けば図の如くなる。

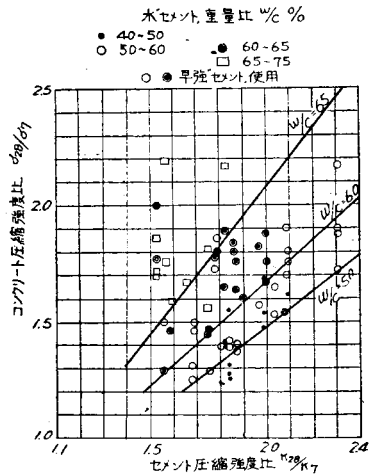
5. 結 言

図-1 のセメント強度を示す直線の引き方については、異論が起り得ると予想される。之と勾配の異なる線も引き得るとの意見も出ており、著者自身之が最善のものであるとは考えない。唯散在する点をまとめて安全と考えられる線を引いて見たもので、実験結果だけでも資料として役に立てば幸甚である。更に進んで、理論的に最も正しい、且つ客観性を有する線を作つて頂ければと切望する。尚此の場合一定の材料を対象としたものではないから、普通の意味の $\sigma_{28} - c/w$ 直線を表わしてはいない。習慣上使用に便ならしめる目的で直線を引いたのであつて、正しい最低線は曲線であるかも知れない。

附記 本研究は文部省科学試験研究費によるものの一部である。実験は全て九州大学土木実験室谷脇鉄男、鶴田幸太郎両君を煩わした。最後に、貴重な資料を提供して頂いた国鉄下関工事々務所長吉田朝次郎、門司鉄道管理局施設長樋口保三郎両氏及び関係者の方々に深甚なる謝意を表す。

(昭.26.7.16)

図-3 セメント強度比とコンクリート強度比との関係



4) O. Graf: Die Eigenschaften des Betons.