

V-78

ローラ転圧コンクリートにおける粒度組成とペースト空隙比

建設省土木研究所 正会員 加瀬 俊久
正会員 松本 徳久

1. はじめに

現在ダムコンクリート等に用いられているローラ転圧コンクリートの特徴としては、配合面では単位水量および単位セメント量が少なく、施工面ではインナバイブレータを使用せずに 50～100cmの厚さのコンクリートを振動ローラで締固める事等があげられる。この振動ローラ転圧により所定の密度および強度を発生させる方法はフィルダム材料の転圧作業と類似している。フィルダムのコア材料では粒度および含水比が品質確保のための重要な条件となっているが、これらはローラ転圧コンクリートでの骨材の粒度および単位水量あるいはセメントペースト量に相当すると考えられる。これらの点に着目した上で、①骨材中の空隙量を最小とする粒度条件を求めることを目的とした骨材の締固め試験と、②骨材の空隙量に対するセメントペースト量をペースト空隙比（ R_{pv} ）で規定してコンクリートの品質試験を行った結果について報告する。また、これらの結果からローラ転圧コンクリートの配合設計手法に関する1つの提案を行うものである。

2. 骨材の締固め試験

骨材の粒度は細骨材率（ s/a ）により変化させた。試験に用いた骨材の粒度分布曲線を図-1に示す。 s/a の変化は骨材全体の粒度の変化に寄与しており、中でも0.84～20mmの部分に大きく対応している。骨材の締固めは電動ランマー（重量30kgf、850打撃/分）とφ30cm h 60cmのモールドを用いて実施した。120秒締固め時を骨材の最大限の締固め状態と判断し、この時点における細骨材率と密度および骨材中の空隙量の関係を図-2に示す。細骨材率を変化させることにより、骨材中の空隙量を最小とする粒度を求めることは可能と判断される。

3. ペースト空隙比（ R_{pv} ）とコンクリートの品質との関係

ローラ転圧コンクリートの骨材中の空隙量に対するセメントペースト量の割合をペースト空隙比（ R_{pv} ）と呼び、①式で規定する。

$$R_{pv} = \frac{\text{セメントペースト量}}{\text{全骨材中の空隙量}} = \frac{(C+F)/\rho_{c+f} + W/\rho_w}{(G+S)/\gamma_{G+S} - G/\rho_G - S/\rho_S} \quad \text{.....①}$$

ここに、 C, F, G, S ：セメント、フライアッシュ、粗骨材、細骨材の単位量（ t/m^3 ）

$\rho_{c+f}, \rho_w, \rho_G, \rho_S$ ：セメント+フライアッシュ、水、粗骨材、細骨材の比重

γ_{G+S} ：全骨材を最大限締固めた時の密度（ t/m^3 ）である。

なお①式の γ_{G+S} は、2の骨材の締固め試験で得られた値を用いた。

3.1 コンクリートの配合

本試験におけるコンクリートの配合は、表-1に示す単位水量およびセメント量一定で細骨材率を変化させたものと、表-2に示す細骨材率および水セメント比一定で単位水量（セメントペースト量）を変化させたものを用いた。表-1の配合は①式の分母を、表-2の配合は①式の分子を変化させたものに相当する。

表-1 細骨材率条件による試験配合

配合 No.	骨材の最大寸法 Gmax	空気量	水セメント比 W/C+F	フライアッシュ F/C+F	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m³)				ペースト空隙比 R _{pv}
						水 W	セメント C+F	粗骨材 S	細骨材 G	
1-1	80	1.5	7.5	3.0	24	80	120	635	1723	0.80
1-2	80	1.5	7.5	3.0	27	80	120	602	1865	0.82
1-3	80	1.5	7.5	3.0	30	80	120	688	1588	1.05
1-4	80	1.5	7.5	3.0	33	80	120	735	1520	1.01
1-5	80	1.5	7.5	3.0	38	80	120	802	1452	0.98

表-2 単位水量（セメントペースト量）条件による試験配合

配合 No.	骨材の最大寸法 Gmax	空気量	水セメント比 W/C+F	フライアッシュ F/C+F	細骨材率 s/a	単位量 (kg/m³)				ペースト空隙比 R _{pv}
						水 W	セメント C+F	粗骨材 S	細骨材 G	
2-1	80	1.5	7.5	3.0	30	70	93	681	1842	0.79
2-2	80	1.5	7.5	3.0	30	80	107	680	1615	0.82
2-3	80	1.5	7.5	3.0	30	90	120	688	1588	1.05
2-4	80	1.5	7.5	3.0	30	100	133	657	1560	1.19
2-5	80	1.5	7.5	3.0	30	110	147	646	1533	1.33

セメント：中庸熟ポルトランドセメント、AE減水剤：（ $C+F$ ）×0.25%

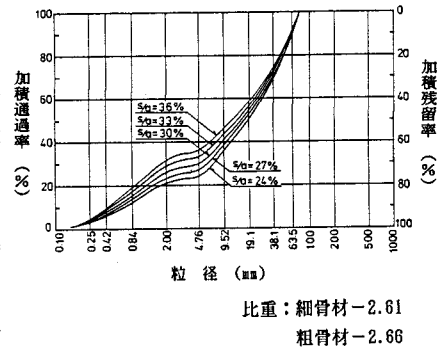


図-1 骨材の粒度分布

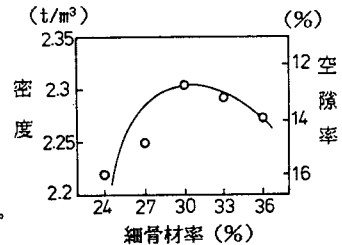


図-2 骨材の密度および空隙率

3.2 Rpvと α 、 β の関係

ローラ転圧コンクリートにおいては、ペースト空隙比（Rpv）と類似した指標として α （セメントペースト量の細骨材空隙充てん率）と β （モルタル量の粗骨材空隙充てん率）がある。表-1と表-2の配合についてRpv、 α および β の算出を行い、その結果を図-3、図-4に示す。図-3では細骨材率を変化させることにより骨材中の空隙量を変化させているため、Rpvは当然図-2の骨材の締めめ試験結果と一致する。またRpvが最大値を示す点（Rpv= 1.05）で $\alpha=1.11$ 、 $\beta=1.31$ を示しており、細骨材および粗骨材の空隙が十分に充てんされた状態であると判断される。図-4では単位水量（セメントペースト量）を変化させているが、Rpvと α の傾向は良く似ている。

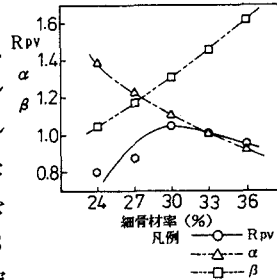


図-3 Rpvと α 、 β

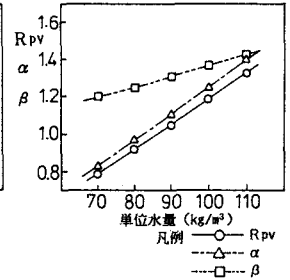


図-4 Rpvと α 、 β

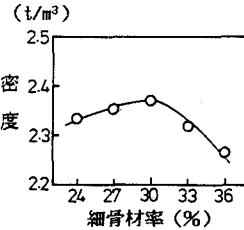


図-5 供試体密度

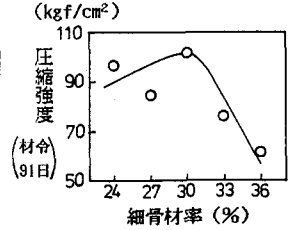


図-6 供試体圧縮強度

3.3 コンクリート試験結果

表-1の配合によるコンクリートの密度および供試体圧縮強度（材令91日）の結果を図-5、図-6に示す。どちらのグラフも図-3のRpvと対応した結果を示しており、s/a=30%の時点でコンクリートは、最も密な状態になっていると判断されよう。表-2の配合によるコンクリートのVC値とRpvの関係を図-7に示す。この場合、Rpvはコンシステンシーの指標となっていることが分かる。また表-2の2-2、2-3、2-4の配合を用いてペースト空隙比（Rpv）条件による密度および圧縮強度の発生状況の確認を、実際現場で施工されるコンクリートにより行った。ボーリングコアの密度、および圧縮強度（材令91日）の結果を図-8、図-9に示す。Rpvが大きい程密度、圧縮強度共に大きくなる傾向を示している。

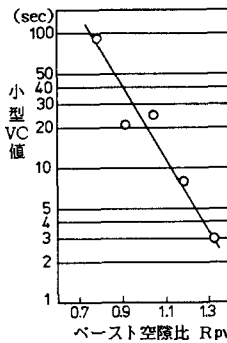


図-7 Rpvと小型VC値

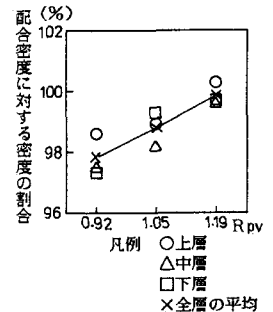


図-8 コアの密度発生率

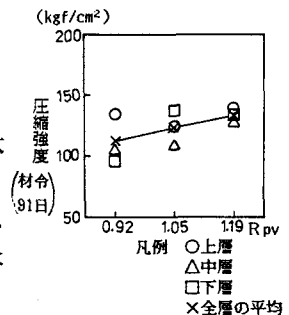


図-9 コアの圧縮強度

以上の結果よりRpvはローラ転圧コンクリートの密度、圧縮強度、コンシステンシーを総合的に表す指標になり得ると判断され、また従来用いられてきた α 、 β に替わる指標となり得ると判断される。

4. まとめ

ローラ転圧コンクリートにおいて、骨材の粒度条件（細骨材率）により最小空隙を所有する骨材の粒度組成が存在する。水セメント比を決めた上でこの空隙量に対するセメントペースト量の割合（ペースト空隙比Rpv）を適切な値に設定する事により、コンクリートの密度、圧縮強度（材令91日）およびコンシステンシーは保証されよう。この配合設計手法は α 、 β をパラメータとして用いる配合設計の考え方と共に実用に値すると判断される。

<参考文献>

1. 松本・佐谷・志賀：RCDコンクリートの現場転圧試験、土木学会論文集 第391号、1988年 3月
2. 松本・佐谷・志賀：ローラ転圧コンクリートの締めめ特性、建設省土木研究所報告 第187号、昭和63年10月