

スランブ試験に関するレオロジー的考察

徳島大学工学部 正 員 水口 裕 之

1. まえがき

現場でフレッシュコンクリートのレオロジー的性質を測定する手段として、現在用いられているコンシステンシーあるいはワカビリナー試験法のレオロジー的意義を検討し、それらの試験法を利用するのが一つの方法と考えられる。そこで、ここでは、最もよく用いられているスランブ試験を対象として検討することとする。

スランブ値のレオロジー的意義については、スランブ値とビンガム降伏値との関係があることの実験的な森永¹⁾の報告、Parkinsonの指摘²⁾、簡単なモデルを用いた著者らの解析³⁾、著者らとは異なる考え方による村田らの研究⁴⁾がある。しかし、村田らの解析方法⁴⁾には、応力度の分布状況、境界条件などに問題点があると考えられる。

本報告は、フレッシュコンクリートをビンガム物体と仮定し、既報で指摘したスランブしたコンクリートの内部に発生しているせん断応力度の最大値と降伏値とが等しいという同じ考え方を採用し、スランブ値と降伏値との関係について、スランブしたコンクリートの形状、せん断応力度の求め方を改め検討したものである。

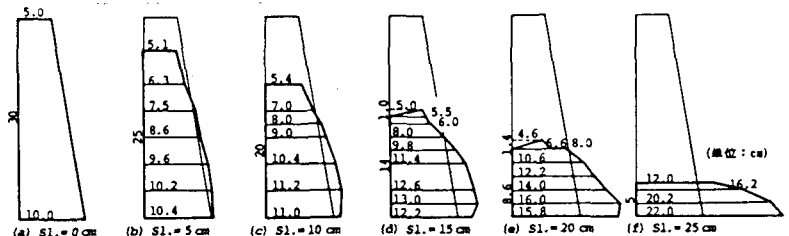
2. 基本仮定

スランブ試験において変形(流動)を生じさせる力は自重のみであり、スランブコーンを取り除いたあとのコンクリートの内部に発生する応力度がある限界値以上では、コンクリートはさらに変形し、高さが低くなってこの応力度の最大値がある値以下になると連続的な変形は停止すると考えられる。したがって、コンクリート内部に発生する応力度と高さの関数である外力すなわちスランブ値とは、関係があることになる。

この場合の外力は比較的小さく、比較的少量の空気以外のコンクリートの成分は非圧縮性であるので、コンクリートは非圧縮性と仮定できると考えられる。すなわち、スランブ試験時のコンクリートの変形は、体積変化を含まない形のみの変形であり、応力度としてはせん断応力度が関係することになる。

したがって、スランブしたコンクリートが工学的に静止しているとするならば、コンクリートは弾性的に付合っていることとなり、内部に発生している最大せん断応力度は、

降伏値と同じ意味を持つこととなる。また、降伏値以下でのフレッシュコンクリートの弾性的性質は解明されていないが、スランブしたコンクリートは静止し、幾何弾性体であると仮定する。



たので、表-1のように変えた。ポアソン比は不明であるが、2.で述べたように非圧縮性としたので、0.5に近い値とした。また、ヤング係数は結果的にはいくらでもよいので100Paとした。有限要素は、一番窄いもので対称軸上での一边が約2cmとなる大ききとした。

また、境界条件としては、コンクリートと芯板との間にはすべりが無いとし、対称軸上では半径方向の変形を拘束した。

4. 解析結果および実験値との比較

4.1 要素分割数の影響

図-2のスランプ値が0cmの結果のように、要素数が多い2つの場合には、せん断応力分布状況、最大せん断応力度はよく似ている。しかし、スランプ値の大きい場合の要素分割のことを考慮して、対称軸上での一边の長さが約2cmとなる要素分割とする。

4.2 単位変量の影響

外力としては自重であるので、単位変量は重要な要因であるが、同一材料を用いた場合では配合が異なっても2.25~2.31 γ_m の間にあったので、図-3に示されているように影響は大きくない。したがって、平均値の2.28 γ_m での結果を用いることとする。

4.3 ポアソン比の影響

ポアソン比の影響は、図-4のようにこの範囲ではほとんどなく、0.49を用いることとする。

4.4 スランプ値と最大せん断応力値との関係

以上の条件で求めた各スランプ値におけるせん断応力値の最大値を図-5に示す。この図に見られるようにスランプ値とはほぼ幾何関係がある。

4.5 スランプ値と実験降伏値との関係

形状の測定と同時に既設と同じ平行板アストメータで測定した降伏値とスランプ値との関係を図-5に示す。この図に示されているように、スランプ値が5~20cmの範囲では実験値と解析結果とが比較的一致している。しかし、スランプ値が5cm程度以下では実験値の方が大きい。これは、実験値においては、質粒粒子間のがみ合いによって見かけ上降伏値が大きく測定されたためと考えられる。また、村田らの結果と異なった傾向を示しているのは、1で述べた間接点のためだと思われる。

5. あとがき

単位変量を変数として入れることや解析条件に今後検討を要するものも考えられるが、スランプ値は降伏値のよい指標となることわかった。

参考文献 1) 森本, コンクリートジャーナル, Vol.9 No.7, 1971, pp.1~2. 2) Parkinson, Concrete, 16(5), 1971, p.375. 3) 水口, 第29回土木学会全国大会, 1974, pp.7~76. 4) 村田, 土木技術情報, Vol.30, 1976 pp.220~223. 5) 水口, フレキシコエリートに関する調査, 1983, pp.17~24.

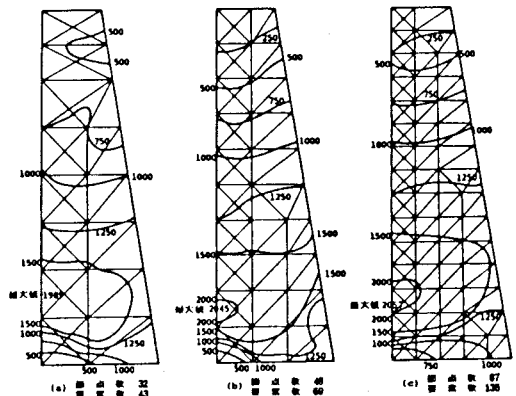


図-2 要素数の違いによるせん断応力分布状況の相違

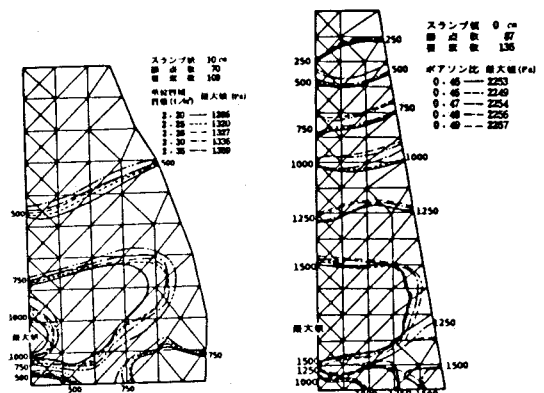


図-3 単位変量の影響

図-4 ポアソン比の影響

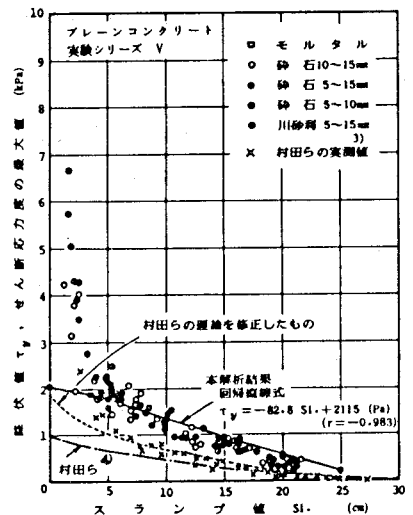


図-5 スランプ値と τ_v せん断応力値の最大値との関係