

V-17 水平管内における高流動コンクリートの材料分離抵抗性モデルに関する一検討

徳島大学工学部	学生会員	○井澤典嗣
徳島大学工学部	フェロー	水口裕之
徳島大学工学部	正会員	橋本親典
徳島大学工学部	正会員	上田隆雄

1. はじめに

締固めを不要とする高流動コンクリートの品質管理の重要な指標には、十分な自己充填性が発揮できる「流動性」と流動性の向上によって低下する「材料分離抵抗性」の2つが挙げられる。流動性はスランプフロー試験などによってかなり定量的に評価されているが、材料分離抵抗性は定性的な評価に止っており、定量的評価方法確立する必要がある。そこで、本研究は材料分離抵抗性を定量的に評価するために、水平管内を流動するコンクリートを対象とし、比較的簡便な力学的材料分離抵抗性モデルの構築を目的とし、岡川¹⁾の材料分離抵抗性モデル¹⁾を踏まえ、このモデルの精度を向上させるため、粗骨材の分離を評価するのに必要となる理論圧力降下量について考察した。

2. 材料分離抵抗性モデル

図-1のようにコンクリートを圧送した場合には圧力降下現象が生じる。この圧力降下の原因としては、コンクリート内部の分離が生じない場合での構成要素間の摩擦で生じる「内部摩擦」、コンクリートと管壁面との摩擦である「外部摩擦」、モルタルと粗骨材の分離（粗骨材の分離）の際に生じる内部摩擦、コンクリートと管壁面との間に水膜を形成（水の分離）して外部摩擦を低減させる4つの因子が挙げられる。

これらをもとに、材料分離の評価方法について説明すると、まず「内部摩擦」、「外部摩擦」の和を材料分離が生じない場合での圧力降下量という意味で「理論圧力降下量 ΔP_t 」と定義する。これによる単位長さ当たりの圧力降下量は管路上常に一定値と考えられる。水の分離の影響としては、高流動コンクリートのブリーディング量は少ないなどの実験データが得られていることから、理論圧力降下量と同様、単位長さ当たり常に一定値で表わすことができると考える。ここで、水の分離は外部摩擦に対し、潤滑作用を与えるため、圧力降下量を低減させる。以上のことから、水の分離を含めた理論圧力降下量の大きさ $\Delta P_t - \Delta P_{sew}$ は単位長さ当たり常に一定値となり、図-2のように、ある区間の圧力降下量がわかれば、その区間における粗骨材の分離の影響を圧力降下量 ΔP_{sea} によって、定量的に評価できることとなる。以上の関係を式(1)に示す。

$$\Delta P_{sea} = \sum \{ \Delta P_n - (\Delta P_t - \Delta P_{sew}) \} \quad (1)$$

ここで、 ΔP_{sea} ：粗骨材の分離による圧力降下量

ΔP_n ：n点での圧力降下量

ΔP_t ：理論圧力降下量

ΔP_{sew} ：水の分離による圧力降下量

このように、粗骨材の分離を圧力降下量で評価するには、評価の基準となる「水の分離の影響を含めた理論圧力降下量 $\Delta P_t - \Delta P_{sew}$ 」の測定方法の確立が必要となる。

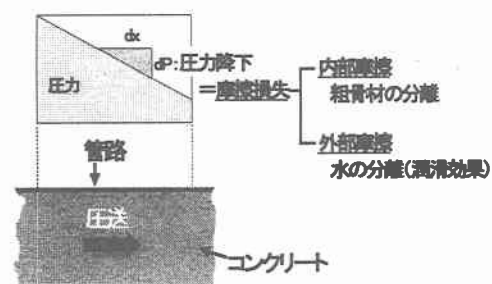


図-1 圧力降下の原因

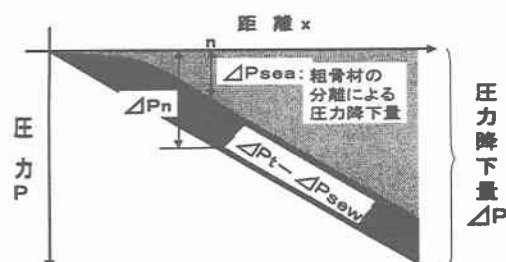


図-2 圧力降下の内訳

3. 理論圧力降下量の測定方法

理論圧力降下量を測定するため、次の2つの方法で検討を行った。

- (1) 岡川の提案したS漏斗試験によって、理論圧力降下量を測定する方法
- (2) モルタルでの管内圧力試験結果をもとに理論圧力降下量を求める方法

(1) は、図-3 (a) のような実験装置を用いて、試料の各地点での流下時間をもとにその試料におけるエネルギー損失を測定し、理論圧力降下量を求める方法である。しかし、図-3 (a) の装置では試料の流下速度が速く、測定誤差が大きくなる可能性が高いため、その問題点の改善方法として、図-3 (b) のような実験装置の提案・実施を行った。しかし、試料が一体となって流下せず、各種摩擦の影響を求めることができなかった。

(2) は、圧送管内でのモルタルの圧力降下量は、粗骨材を含まないため、粗骨材の分離の影響を受けず、外部摩擦のみによる圧力降下現象と考えられる。また、理論圧力降下量も材料分離が生じない場合での圧力降下量であるので、モルタルの場合での圧力降下量は、外部摩擦のみによる影響と考えられるので、両者の圧力降下の原因が等しいと考えたものである。

4. 結果および考察

増粘剤量を変えたモルタルの測定結果を図-4に示す。今回使用した増粘剤は吸水し、膨潤ゲルを形成するため、コンクリート中の自由水量を減少させ、水の分離を低下させる効果がある。これによって、2. 材料分離抵抗性モデルで述べた水の分離の効果である外部摩擦の低減効果が小さくなるため、増粘剤量の増加は単位長さ当たりの圧力降下量の増大につながると考えられる。図-4の結果をみると、「S漏斗試験結果(改良前)」と「モルタルでの管内圧力試験結果」ともに増粘剤量が増加するにつれ、単位長さ当たりの圧力降下量の増加傾向がみられ、前述と一致している。また、両者の方法による結果は同様の傾向となっている。なお、S漏斗試験結果とモルタルでの管内圧力試験結果には若干の差がみられる。この原因としては、試料の流下方向の違いが挙げられ、鉛直方向のほうが圧力損失は大きくなるため、鉛直方向の測定結果であるS漏斗試験での圧力降下量の方が大きくなっていると考えられる。

5. まとめ

本研究では、水平管路における材料分離を対象としているため、理論圧力降下量としては「モルタルでの管内圧力試験結果」を用いることができる可能性が高いと考えられる。また、これによりS漏斗試験で理論圧力降下量を求めなくても、管内圧力試験で理論圧力降下量の検討ができ、材料分離抵抗性の評価としては「管内圧力試験」のみで行うことができる可能性もある。

参考文献

1) 岡川, 水口, 橋本, 上田: 水平管内における高流動コンクリートの材料分離抵抗性モデル, 第53回セメント技術大会講演要旨, 1999.

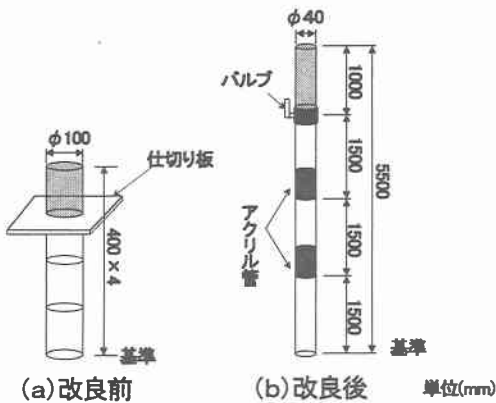


図-3 S漏斗試験装置

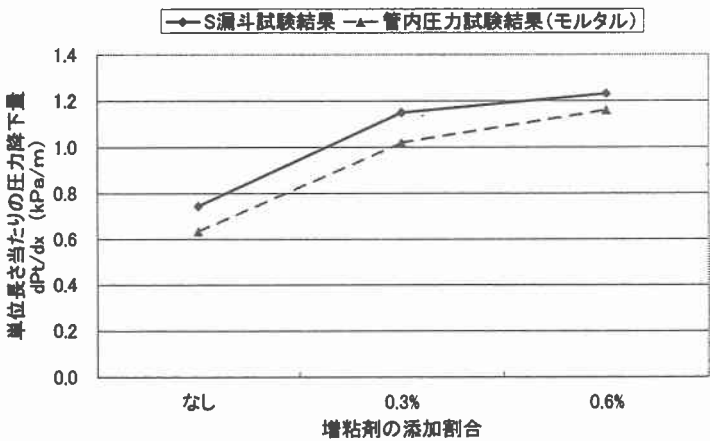


図-4 増粘剤と圧力降下量との関係