

1. よこがこ

スライディングフォーム工法においては、その施工上、型枠とフレッシュコンクリート間の摩擦抵抗および脱型直後の自重によるコンクリートの変形性状は極めて重要な因子であるにもかかわらず、現在までに十分な説明がなされていない。本研究はスライディングフォーム工法における施工の合理化をはかるため、型枠の引抜き力やその滑動速度等を正確に予測することを目的として、レオロジー的見地から、フレッシュコンクリートと型枠との摩擦抵抗および脱型直後のコンクリートの強度と変形性状を、コンクリートの配合、即時脱型用混和剤の添加、経時変化等の影響について実験を行い、その基礎的特性を検討したものである。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメントで、細骨材は川砂(表乾比重2.55, 吸水率2.32%, FM2.98), 粗骨材は碎石(2005, 表乾比重2.62, 吸水率0.8%)である。コンクリートの配合は表1に示すとおりである。即時脱型用混和剤はセメント重量の0.25%(メーカー推奨値)を用いた。

3. フレッシュコンクリートと型枠の摩擦抵抗

3-1. 実験方法 フレッシュコンクリートと型枠間の引抜き力および型枠に作用する側圧を測定するため、図1に示すような引抜き摩擦試験装置を試作した。型枠は鋼製で断面が 20×40 cm, 最大打設高が100 cmの寸法で、垂直性を確保するため、側面2方向にローラーを取付けている。型枠へのコンクリート打設高が100 cmの場合は、3層に分け、棒状バイブレーターにより入念に締固めた。引抜き力はロードセルによって、打設直後と打設後60分について、型枠引抜き速度 1 mm/sec で、それぞれ求めた。側圧は圧力計を用い、底面より30, 50 cmの2ヶ所において、打設後5時間まで連続測定した。

3-2. 実験結果および考察 引抜き摩擦試験結果は表2に示すとおりである。ここで、引抜き能力 $T = P/A_t$, P : 型枠自重とローラーの摩擦を差し引いた引抜き力, A_t : コンクリートと型枠の接触面積、硬練りと軟練りコンクリートの T を比較すると、打設直後ではほとんど差異が認められないが、打設後60分では軟練りの方が大きい傾向を示した。また、硬練りコンクリートは打設直後に比し、打設後60分は6~10%で減少したが、軟練りコンクリートは逆に打設後60分の方が増大した。これはコンクリートと型枠の界面に形成されるコンクリートから脱水した、水膜が主な原因であると考えられる。即時脱型用混和剤の影響は、プレーンコンクリートに比較し、 T は減少する傾向を示した。

側圧の経時変化は図2に示すような結果を示し、打設後1~2時間において急激に減少する傾向を示した。側圧分布は配合別に図3に示すとおりである。打設直後においてはほぼ液体となり、打設後60分においては硬練りでは約50%, 軟練りでは6~18%減少した。

次に、型枠引抜き力はフレッシュコンクリートと型枠界面に

表1 コンクリートの配合

配合名	Dp	Da	Wp	Wa
種別	硬練り		軟練り	
混和剤*	×	○	×	○
目標スラング ^① (cm)	4		10	
W/C ^② (%)			50	
S/A ^③ (%)			44	
W ^④ (kg/m ³)	200		185	

*) ×: プレーン, ○: 混和剤添加

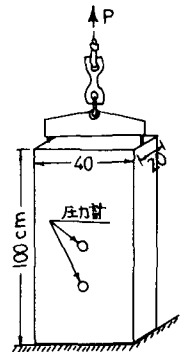


図1 引抜き摩擦試験装置

表2 引抜き摩擦試験結果(打設高さ100 cm)

配合	スラング ^① (cm)	温度 ^② (°C)	引抜き力 ^③ (N)		引抜き能力 ^④ (N/cm ²)	
			打設直後	打設後60分	打設直後	打設後60分
Dp	1.6	17.0	121	98	10.2	8.3
	3.3	15.8	147	143	12.4	11.9
	1.5	16.5	160	158	14.8	13.3 (0.90)
Da	4.7	12.8	127	105	10.6	9.5
	2.5	12.5	98	105	8.4 (1.00)	8.9 (0.94)
Wa	10.4	16.1	105	113	8.8	9.5
	11.4	17.0	105	154	8.8	12.9
	9.6	16.0	143	141	12.1 (1.00)	13.1 (1.19)

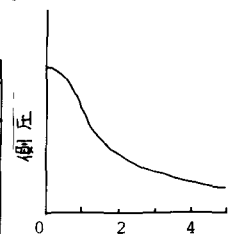


図2 側圧の経時変化

て、どのような力によって抵抗するか考察を加えると、図4を参照し、次式で表わされると考えられる。

$$T = Ca + T_f = Ca + \mu \bar{\sigma}_c \quad (1)$$

ここで、 T : 型枠引抜き応力、 Ca : コンクリートと型枠との付着力、 T_f : コンクリートと型枠との摩擦力、 μ : 摩擦係数、 $\bar{\sigma}_c$: コンクリートの側圧。一般に、コンクリートの型枠存置時間が長い程、 T_f は低下するが、 Ca は増大し、型枠引抜き力は漸増すると考えられる。

配合Dpにおける Ca と μ を知るため、打設高さを35、60cmと変えて引抜き力を測定した。これらと表2の D_p の結果をプロットしたものは図5に示すとおりである。これより、打設直後の場合、 $Ca=1.98 \text{ g/cm}^2$ 、 $\mu=0.09$ 、打設後60分の場合、 $Ca=2.86 \text{ g/cm}^2$ 、 $\mu=0.134$ となり、いずれも打設直後よりも打設60分の方が大きい傾向を示した。

4. 極く初期コンクリートの強度・変形状

4-1. 実験方法 打設後2～5時間における極く初期コンクリートの圧縮強度および応力-ひずみ性状を調べるため、一軸圧縮荷重試験を行った。供試体寸法は $10 \times 20 \text{ cm}$ 、養生は $20 \pm 2^\circ \text{C}$ の恒温室に静置し、載荷速度は $0.5\% \text{ ひずみ/分}$ とした。

4-2. 圧縮強度性状 圧縮強度 σ_c と材令 t の関係は図6に示すとおりである。一般に、材令4時間以降において急激な強度の伸びが認められるが、これはこの時間においてセメントの凝結反応が促進されることによると考えられる。材令3時間以前における強度は粒状体としての強度が存続するものと考えられる。水和剤添加により若干の強度低下が見られたが、材令4日強度においてはプレ-ンコンクリートを上回った。極く初期コンクリートの圧縮強度 σ_c と材令 t の決定式は $\sigma_c = A \cdot e^{Bt}$ (A, B : 定数) がよく適合することが明らかとなった。

4-3. 応力-ひずみ性状 極く初期コンクリートの応力 σ -ひずみ ϵ 曲線は図7に示すような曲線が得られた。領域Aでは曲線の勾配が緩やかであるが、領域Bでは急であり、比較的直線である。これはマトリックスとしてのセメントペーストが、ある程度変形した後、骨材粒の骨格構造による抵抗が生じるためと考えられる。ヤング率 E は次式により算出した。

$$E = (0.7\sigma_c - 0.3\sigma_0) / (\epsilon_{0.7} - \epsilon_{0.3}) \quad (2)$$

ヤング率と材令の関係は図8に示すとおりである。強度性状とほぼ同様な傾向が得られた。

謝辞 本研究は昭和54年度吉田研究奨励金を授与され、東京都立大学 村田二郎教授の御指導のもとで行ったものである。深甚なる謝意を表します。

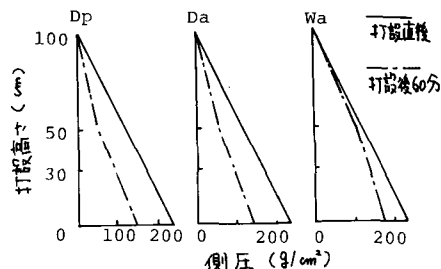


図3 側圧分布

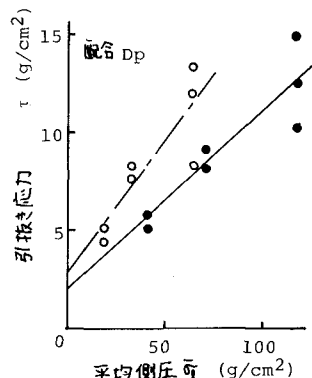


図5 引抜き力と側圧の関係

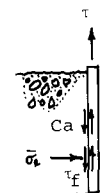


図4 引抜き力の模式図

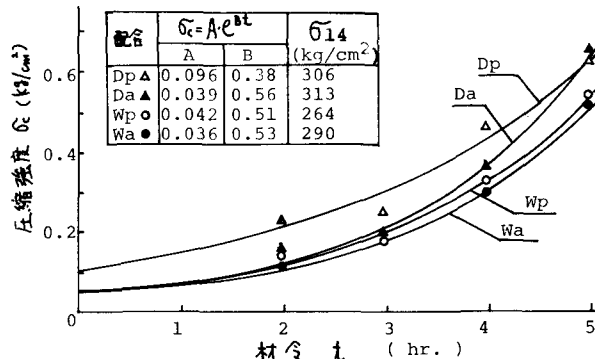


図6 圧縮強度 σ_c と材令 t の関係

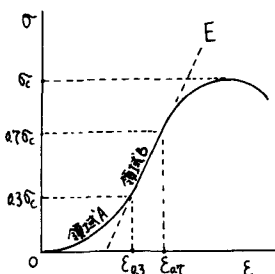


図7 応力 σ -ひずみ ϵ 曲線

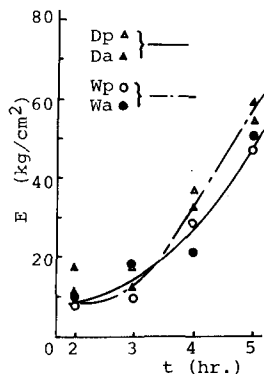


図8 ヤング率 E と材令 t の関係