

41 各種型枠がコンクリートの性状に及ぼす影響について

名古屋工業大学 正員 吉田 弥智

名古屋工業大学 ○金岡 稔

1. はしがき

最近種々の材質の型枠が用いられるようになったが、これら各種型枠——Steel型枠、Veneer型枠、Wood型枠——がコンクリートの圧縮強度に与える影響を知る事は、土木構造物を施工する場合の重要な点の一つである。この実験では、この影響を、コンクリート打ち込みの初期養生期間における温度履歴と解析することにより考察した。

2. 使用材料

実験では早強セメント、普通ポルトランドセメント(日本セメント、K.奇玉工場製)について比較した。

骨材は砂、砂利ともに本県産。セメント分散剤としては、ポリリスNo.5(日清マスター、ビルダーズ、K.K.)を使用した。配合は右図のごとくである。

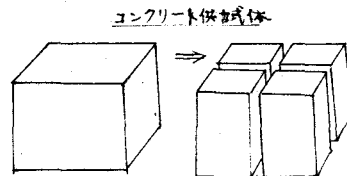
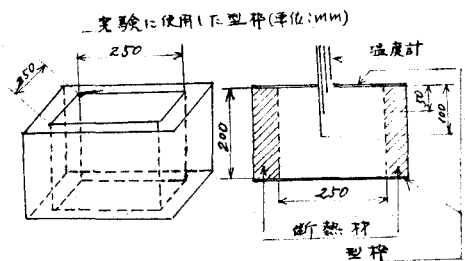
細骨材 FM	粗骨材粗粒率	粗骨材最大粒径	スランプ	W/C	砂率
3.28	6.61	25.0 mm	8.0±3.0 cm	50 %	38.945

コンクリート1m ³ 当りの材料所要量(kg)					
	セメント	水	細骨材	粗骨材	ポリリス
早強ポ	349.258	147.949	756.288	1185.639	6.985
普通セ	349.364	147.994	756.518	1186.002	6.987

型枠としては、Steel (Steel型枠として一般に用いられているものと同質の2mm厚の鋼板)、Veneer(市販されている6mm厚の防水ベニヤ)、Wood(16mm厚の杉板)を使用した。

3. 実験装置

実験装置としては、右図のような型枠を作製し、これに対応温度計を所定の4箇所に取り付けた。これを一定温度保続庫(-10℃～+30℃)に入庫した。そして、各種型枠とセメントの種類による組み合わせについて、わが国の施工現場を任意に仮定し、初期養生温度を30℃(高温施工現場)、21℃(常温施工現場)、-10℃(低温施工現場)の三種類とし、48時間養生したのち、水中養生した。この48時間という値は、後述の温度履歴のグラフからわかるように、コンクリートの水化が一段落した。コンクリートの内部の温度が外気温(各初期養生温度)と一致するのみをみるからである。



水中養生した各供試体を、右図のごとく4本の供試

体に切断し、このうち 2本を7日強度用、残り2本を28日強度用の供試体とした。

4. 実験結果

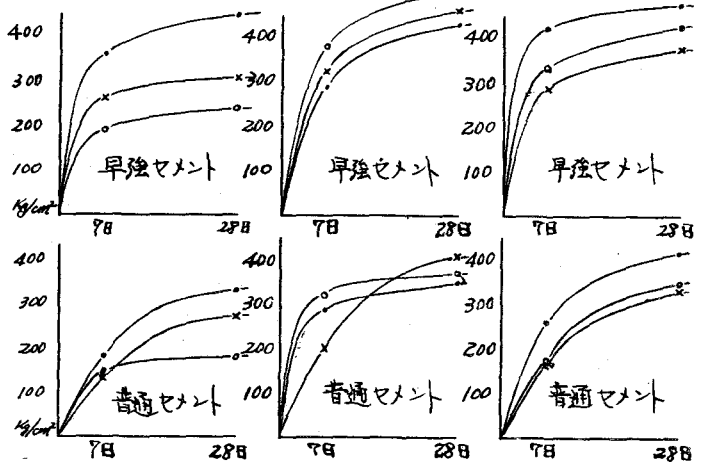
各種型枠と、早強セメント、普通セメントとの各組み合わせによるコンクリート供試体の圧縮強度試験結果は右のグラフのようである。各場合について、2本ずつの供試体を試験したので、グラフにはその平均値を掲げた。

次に下のグラフは、強度試験と同じく型枠とセメントのおおの組み合わせによるコンクリート供試体の中心部での初期養生期間48時間の温度履歴を表わしたものである。

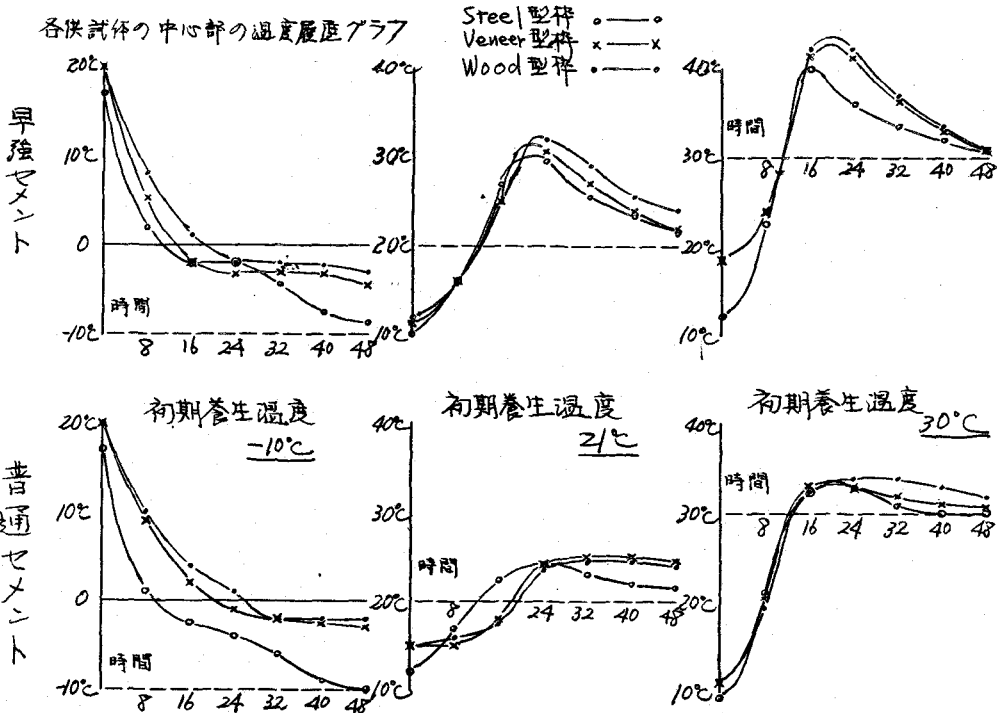
各供試体の強度試験結果
(7日強度、28日強度)

Steel型枠 ○—○
Veneer型枠 ×—×
Wood型枠 ●—●

初期養生温度 -10℃ 初期養生温度 21℃ 初期養生温度 30℃



各供試体の中心部の温度履歴グラフ



5. 各種型枠が温度履歴に及ぼす影響についての考察

(a) 低温養生の場合

温度履歴はグラフに示すとうり、Steel型枠、Veneer型枠、Wood型枠によるコンクリートの凍結温度降下こう配が大である。これは、セメントの種類に関係なく、また、当然予想されることである。いま、コンクリートの凍結温度が $-0.5^{\circ}\text{C} \sim -3.0^{\circ}\text{C}$ である事を考慮した場合、このグラフとそのコンクリートの圧縮強度との関連性は大きいにある。

	早強セメント	普通セメント
Steel型枠	16時間	12時間
Veneer型枠	18時間	30時間
Wood型枠	24時間	36時間

各種型枠とセメントの種類によるコンクリート供試体の中心部の凍結温度への到達所要時間は、上に示した表のごとくである。

温度履歴グラフと上記の表とからわかるように、Steel型枠を用いた場合には、セメントの種類による温度降下の速度の差はあまりないが、Veneer型枠、Wood型枠を用いた場合には、セメントの種類による温度降下の速度がはっきり表われている。これは、Steel型枠の場合、いずれのセメントの場合にも水和が十分に成されないで、Veneer型枠、Wood型枠の場合には、型枠の断熱性により、水和が成され得る状態にコンクリートがありまた早強セメントの場合の方が水和が早急に終了するものと思われる。

(b) 常温養生の場合

この場合も、温度こう配(コンクリート内部の温度上昇、下降)はセメントの種類によらず、Steel型枠の場合が一番大である。これは次の理由による。

初期養生温度が 21°C の場合、グラフからわかるように、打ち込み温度が養生温度より低いから、コンクリート供試体は、周囲から熱せられることになる。したがって、断熱性の一番良質なSteel型枠による供試体が最も早く温度上昇する。またコンクリートの水和が進行して水和熱が発生すると、供試体の温度の方が外気温(初期養生温度 21°C)より高くなり、供試体が冷却されることになり、やはりSteel型枠による供試体が一番速く温度下降する。

各種型枠とセメントの種類による各供試体中心部での最高温度は右の表のごとくである。これらの値から、Steel型枠を用いた場合には、他の型枠を用いた場合よりも

	早強セメント	普通セメント
Steel型枠	29.5°C	24.0°C
Veneer型枠	31.0°C	23.0°C
Wood型枠	32.5°C	25.0°C

コンクリート内部の最高温度が、セメントの種類によらず最低である。このことは、前記の理由によりわかる。

次に、セメントの種類について考えると、いずれの型枠を用いた場合も、供試体内部での最高温度には差が表われている。これは、早強セメントを用いた場合には、水和が急激に行なわれ、普通セメントの場合には、水和が徐々に行なわれるので、最高温度が高くなり、水和の持続時間が長い。

(c) 高温養生の場合

この場合には、常温養生の場合とはほぼ同様の考察がなされる。右表は各供試体の中心部が最高温度である。

	早強セメント	普通セメント
Steel型枠	40.0°C	33.0°C
Veneer型枠	42.0°C	33.0°C
Wood型枠	43.0°C	34.0°C

の便は常溫養生の場合より高いが、その傾向がほぼ同じと見なされるからである。

6. 各種型枠がコンクリートの圧縮強度に与える影響についての考察

(a) 低溫養生の場合

この場合には、セメントの種類、型枠の種類によらず、供試体の温度履歴グラフには、水和熱の発生はほとんど目立たない。これは、常溫養生、高溫養生の場合と比較すればすぐわかる。

コンクリートの凍結温度が -0.5°C — -2.0°C であることは前にも述べたが、コンクリート供試体内の温度がこれに達すれば、水和は停止する。したがってこの温度に達するまでの所要時間が長ければ長いほど、圧縮強度試験において、良好な結果が得られるものと思われる。

試験結果のグラフから、上述の仮定が証明される。すなわち、凍結温度に達するまでの所要時間の一番長いWood型枠による供試体が最高強度を示している。また、セメントの種類について考えると、Steel型枠以外では、早強セメントの方が温度降下が早いので強度が高いのは、前にも述べたように、水和が急激に行なわれるからである。ただし、これは短期強度についてであって、長期強度においては、早強セメント、普通セメントによるコンクリート圧縮強度の差はないものと思われる。

(b) 常溫養生の場合

この場合には、温度履歴グラフにおいて最高温度を示している供試体が、水和が一番おう盛になされていると考えられる。したがって、型枠では、Wood型枠、Veneer型枠、Steel型枠の順、また、セメントでは、早強セメント、普通セメントの順の組み合わせの順に高い強度を示すと考えられる。

しかし、強度試験の結果、早強セメントでは、Steel型枠、Veneer型枠、Wood型枠の順、普通セメントでは、Veneer型枠、Steel型枠、Wood型枠の順に強度の高いコンクリートが得られる。Wood型枠を用いた場合にいずれのセメントによる供試体の強度が最低であるのは、Wood型枠が、発生した水和熱を効果的に妨げて、逆に、コンクリートに悪影響を与えるものと考えられる。

この場合には、型枠の種類によるコンクリートの圧縮強度の差は低溫養生の場合程には表われていない。また、早強セメントによるコンクリートの方が普通セメントによるコンクリートよりも強度が高いが、長期強度においては、これほどの差はないものと思われる。

(c) 高溫養生の場合

この場合には、温度履歴グラフも、強度グラフも常溫養生の場合と同じ傾向を示しているから、ほぼ同様の考察がなされる。ただし、圧縮強度が常溫養生の場合より低く、水和熱の放散が、どの型枠を用いた場合にも、常溫養生の場合ほどには滑らかに進行しないからである。

7. まとめ

この実験では、各種型枠がコンクリートの圧縮強度に与える影響をのべて取り扱ったが、実際には、施工上の問題点、再使用の問題、仕上りの美観など種々の問題があり、どの型枠を用いるかは、一概に決定することではないが、この実験で得られた結果を考慮することは大いに重要である。