超速硬セメントコンクリートの初期強度確認方法

首都高速道路株式会社　正会員　○鈴木　寛久
首都高速道路株式会社　正会員　田中　大介
財団法人首都高速道路技術センター　正会員　永田　佳文

１．はじめに

首都高速道路は，首都圏の都市内高速道路という性格上，常に多くの交通量があり，時間の制約が非常に厳しい中で維持補修工事を行っている．そのため，伸縮継手補修，高欄補修といった維持補修工事では超速硬セメントコンクリートを様々な場面で使用している．その超速硬セメントコンクリートの初期強度の確認方法として，リバウンドハンマーによる計測が適用可能であるか検討した．

２．超速硬セメントコンクリートの配合設計

超速硬セメントコンクリートは，ＪＩＳ規格に定められていないが，首都高速道路では使用実績が多い材料である．１年を通じて使用するにあたり，様々な環境温度において下記条件を満足させるものとして，一般的に表-1 に示す配合設計を用いている．本検討においても，表-1 に示す配合設計にて試験体を製作した．

＜条件１＞練り上がり直後のスランプ値 12±3.5㎝

＜条件２＞可使時間 30～40 分程度

＜条件３＞材齢 3 時間の圧縮強度が 19.6N/㎟以上

表-1 超速硬セメントコンクリートの配合設計

環境温度	水ｾﾒﾝﾄ比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m³) 水 W	ｾﾒﾝﾄ C	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤	遅延剤
5℃ (寒冷)	34.3	39.7	137	400	741	1156	C×0.3%	C×0.6%
							1.2	2.4
20℃	35.8	40.0	143	400	741	1140	C×0.3%	C×1.4%
							1.2	5.6
30℃ (温暖)	35.8	40.0	143	400	741	1140	C×0.3%	C×1.4%
							1.2	5.6

３．試験概要

本検討における検討フローを図-1 に示す．テストピースから得られた①圧縮強度とコンクリート温度の相関関係を利用して，模擬供試体の材齢毎の圧縮強度を算出する．また，一方で得られた模擬供試体の材齢毎の反発硬度を用いて，②圧縮強度と反発硬度の関係を確認する．これにより，リバウンドハンマーによる初期強度の確認が可能か検討する．テストピースの概要を図-2 に，模擬供試体の概要を図-3 に示す．

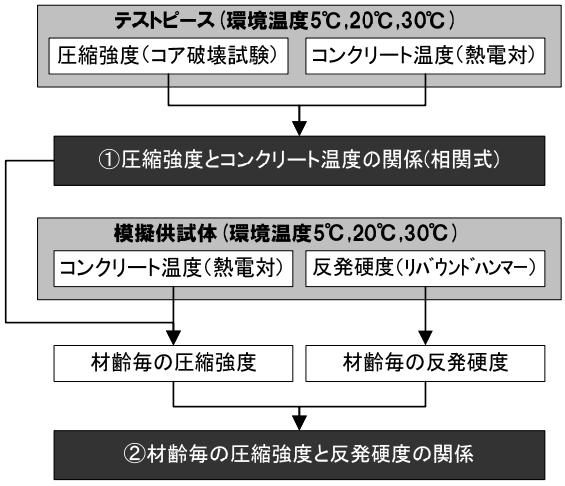


図-1 検討フロー

テストピースは，図-1 に示す環境温度ごとに，材齢 1.0h，1.5h，2.0h，2.5h，3.0h のコンクリート内部の温度計測と圧縮強度試験を行った．

模擬供試体は，伸縮装置の後打ちコンクリート部を再現（図-3 参照）した．環境温度ごとに，シート養生，膜養生の試験体を１体ずつ製作し，材齢ごとの反発硬度およびコンクリート内部の温度の計測を行った．

４．圧縮強度とコンクリート温度の関係

図-4 に，テストピースによる試験から得られた環境温度ごとのコンクリート温度と圧縮強度の関係を示す．その結果，環境温度による差異は小さく，いず

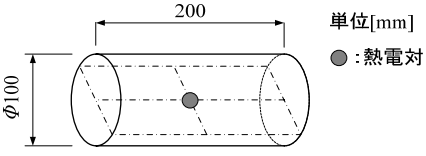


図-2 テストピース概要

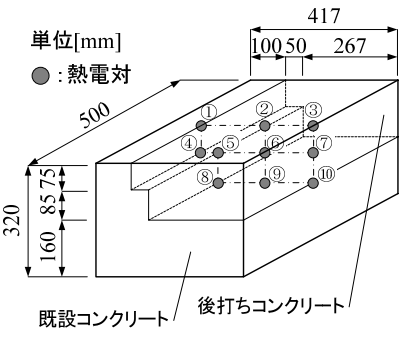


図-3 模擬供試体概要

キーワード　超速硬セメントコンクリート，リバウンドハンマー，初期強度，品質管理
連絡先　〒100-8930　東京都千代田区霞が関 1-4-1　首都高速道路(株) 技術部技術推進ｸﾞﾙｰﾌﾟ　TEL 03-3539-9449

れも相関関係（R^2=0.95）にあることが確認された．各環境温度におけるコンクリート温度と圧縮強度の相関式は以下のとおりであった．

環境温度 5℃：$\sigma_c = 20.74\ \ln(T) - 60.80$ …(式 1)
環境温度20℃：$\sigma_c = 24.15\ \ln(T) - 81.84$ …(式 2)
環境温度30℃：$\sigma_c = 24.72\ \ln(T) - 82.10$ …(式 3)

ここに σ_c：圧縮強度，T：コンクリートの積算温度

５．圧縮強度と反発硬度の関係

図-5 に，模擬供試体による試験から得られた環境温度ごとの材齢と推定圧縮強度の関係を示す．この推定圧縮強度は，模擬供試体で計測されたコンクリート温度のうち，反発硬度測定面と合わせるため，計測箇所②（図-3 参照）の計測結果を，(式 1)～(式 3)を用いて推定したものである．

図-6 に，シート養生での模擬供試体による試験から得られた環境温度ごとの材齢と反発硬度の関係を示す．反発硬度は，JIS A 1155 に従い抽出した 9 点を平均した値を用いている．各環境温度に対する反発硬度は，材齢の増加に伴い増大していることがわかるが，環境温度による明確な違いはみられなかった．なお，若材齢(1.0h～1.5h)の場合，コンクリートの硬化が不十分であり，反発硬度のデータが得られなかった供試体もあった．また，膜養生した供試体においても同様の結果であった．

図-7 に，シート養生での模擬供試体による試験から得られた環境温度ごとの反発硬度とコンクリート温度から推定した圧縮強度の関係を示す．なお，材齢 1.0h～1.5h 程度の若材齢時においては反発硬度の信頼性が懸念されるため，材齢 2.0h 以降の結果について確認するものとした．

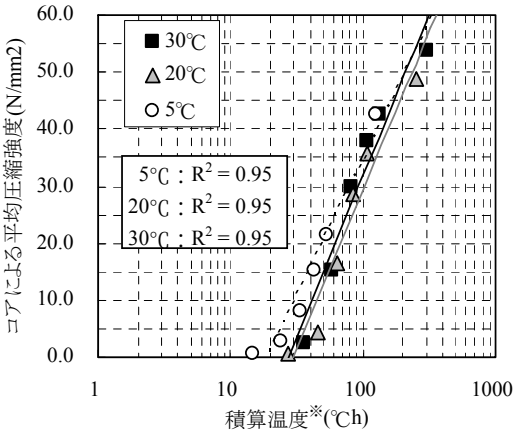
その結果，いずれの環境温度についても反発硬度と圧縮強度には高い相関がみられた．また，今回推定された圧縮強度は，日本材料学会から提案されているリバウンドハンマーによる強度推定式(F=1.27Ro-18.0)で算出される圧縮強度以上の値であることが確認された．

６．まとめ

試験の結果，以下のような知見が得られた．

- 超速硬セメントコンクリートの初期強度計測にあたり，リバウンドハンマーにより計測した反発硬度と圧縮強度に高い相関性がみられた．
- 超速硬セメントコンクリートの初期強度の値は，日本材料学会の強度推定式を用いたリバウンドハンマーによるコンクリートの推定圧縮強度以上の値であった．

これらの知見より，リバウンドハンマーによる強度確認は，現場における超速硬セメントコンクリートの品質管理の一手法として適用可能であることが確認できた．



※積算温度＝∑t(10＋T)　t：時間[h]，T：温度[℃]

図-4 ｺﾝｸﾘｰﾄ温度と圧縮強度の関係

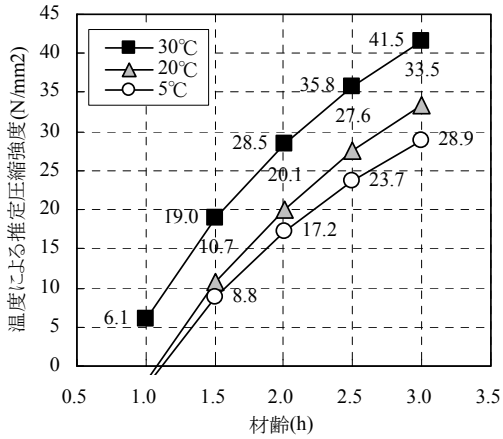


図-5 材齢と推定圧縮強度の関係

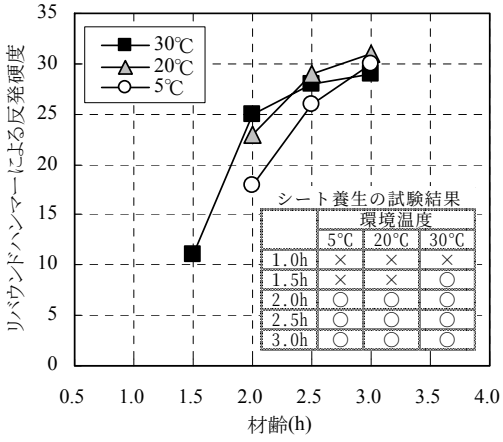


図-6 材齢と反発硬度の関係

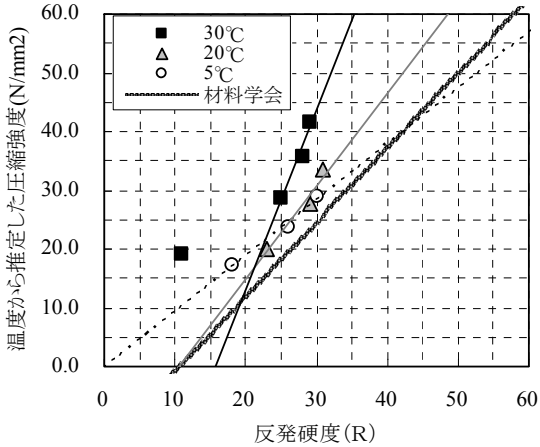


図-7 反発硬度と推定圧縮強度の関係