合成床版の耐久性に及ぼす膨張材の影響に関する研究

愛知工業大学　学生会員　○上園悠斗
愛知工業大学　学生会員　能登一輝
愛知工業大学　学生会員　大山諒人
日本車輌製造株式会社　正会員　神頭峰磯

1. はじめに

近年，橋梁の床版に用いられている合成床版は，耐久性に優れている反面，コンクリートが鋼材に覆われている構造になるため，コンクリートに対する拘束が強く，収縮によるひび割れが発生しやすい．そのため，ひび割れ発生を抑制する目的で，合成床版は膨張コンクリートの使用を標準としている．本研究では，合成床版の耐久性に及ぼす膨張材の影響を調べるために，模擬合成床版試験体を用いて，コンクリートの表面透気係数，圧縮強度，およびケミカルプレストレス量を実験によって定量的に評価を行った．

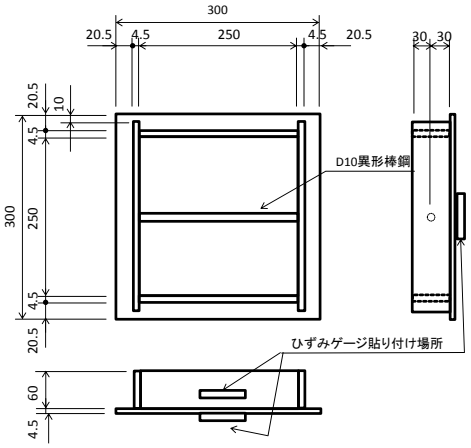

図-1　模擬合成床版試験体

2. 試験の概要

2.1　模擬合成床版試験体

本研究では，拘束の強い合成床版の挙動を再現するために，**図-1** に示すような 4.5mm の鋼板を用いて，コンクリートの 1 辺が 25cm で高さが 6cm となる模擬合成床版試験体を，各水準 2 体作製した．なお，試験体の中央には異形棒鋼 D10 の鉄筋を配置して床版コンクリートと同様の拘束を再現した．また，試験体の底面および側面の鋼板部分には，ひずみゲージを設置し，試験体にコンクリートを打込んだ後のひずみの変化を計測した．試験水準を**表-1** に示す．

表-1　試験水準

供試体記号	膨張材単位量 (kg/m³)	膨張材種類
P	0	なし
E1-20	20	エトリンガイド複合系（膨張材 20 型）
E1-25	25	
E2-30	30	エトリンガイト系（膨張材 30 型）
C-20	20	石灰系（膨張材 20 型）
C-25	25	

2.2　試験方法

試験体は各水準の膨張材を使用したコンクリートを打ち込んだ後に，20℃，RH60％で材齢 28 日まで気中養生を行った．その後，材齢 28 日から 91 日までは湿潤養生を行い，材齢 91 日から 140 日までは再び 20℃，RH60％の気中養生として，表層品質の変化について確認した．試験体の表層品質は，材齢 7 日, 14 日, 28 日, 56 日, 91 日，140 日に試験体を Torrent 法によって表層透気係数（kT 値）を計測し，試験体のひずみも同時に計測した．また，コンクリートの圧縮強度は，作製の翌日に脱枠して水中養生した供試体と，型枠を取り付けた状態で 20℃，RH60%の環境で封かん養生した供試体の 2 種類とし，材齢 28 日と 91 日で測定した．

2.3　使用材料

コンクリートは, 水セメント比を 46%とした普通ポルトランドセメントを使用した．膨張材は，エトリンガイト複合系（膨張材 20 型），石灰系（膨張材 20 型），エトリンガイト系（膨張材 30 型）の 3 種類とし，使用量は膨張材 20 型を 20kg/m³，25kg/m³ の 2 種類，膨張材 30 型を 30kg/m³ とした．なお，膨張材はセメントの単位量に対して内割り配合としてコンクリートを製造した．

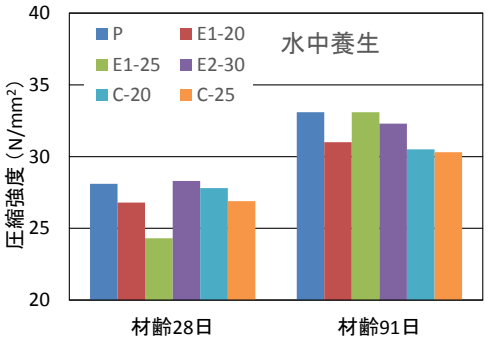

図-2　コンクリートの圧縮強度

3. 結果および考察

3.1 圧縮強度

コンクリートの圧縮強度を**図-2，3** に示す．水中養生供試体において，材齢 28 日では，膨張材の添加量に応じて圧縮強度が低下する傾向が見られるが，石灰系は影響が少なかった．その後，材齢 91 日では，圧縮強度が増進しているが，膨張材の添加量による圧縮強度低下の割合は小さくなっている．また，封かん養生した供試体では，圧縮強度の大きな低下はなく，エトリンガイト系膨張材の圧縮強度が高くなる結果となった．封かん養生の供試体は，養生期間中に供試体が拘束された状態となっており，拘束が強い実際の合成床版の圧縮強度も膨張材の添加量による圧縮強度の低下の影響は小さいと考えられる．

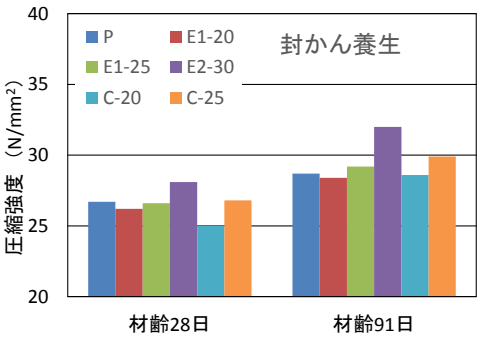

図-3 コンクリートの圧縮強度

3.2 表層透気係数

各材齢のコンクリートの表面透気係数の変化を**図-4** に示す．膨張材無添加の試験体は，気中養生期間に応じて材齢 28 日まで透気係数が悪化している．一方，膨張材を使用すると材齢 14 日までは，透気係数の悪化が見られず．また，材齢 28 日では，膨張材の添加量の違いによる透気係数の変化は見られなかったが，エトリンガイト複合系は，石灰系より透気係数が小さくなった．

試験体を湿潤養生に変更した材齢 56 日では，何れの水準も透気係数が大きく改善しており，材齢 91 日おいても悪化することはなく，膨張材の有無による違いは確認できなかった．材齢 91 日から材齢 140 日では，膨張材無添加とエトリンガイト複合系の試験体の透気係数は悪化の傾向を示したが，石灰系の膨張材は変化が少なかった．

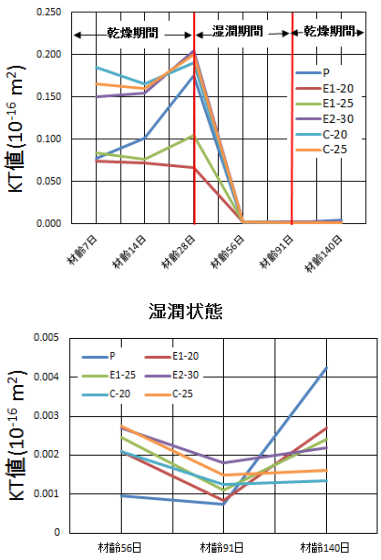

図-4 コンクリートの透気係数

3.3 ケミカルプレストレス

模擬合成床版試験体から得られたひずみを使用して，試験体全体の平均のケミカルプレストレスを算出した．材齢 91 日の計算結果を**図-5** に示す．膨張材を含む試験体は，ケミカルプレストレスが高いことが分かる．これによって，コンクリート内の引張応力度を軽減して，ひび割れ抵抗性が向上すると考えられる．また，ケミカルプレストレスは，石灰系の膨張材よりもエトリンガイト系の方が高くなる傾向を示し，使用する膨張材の種類によって，コンクリート内に導入されるケミカルプレストレス量に変化がある結果となった．

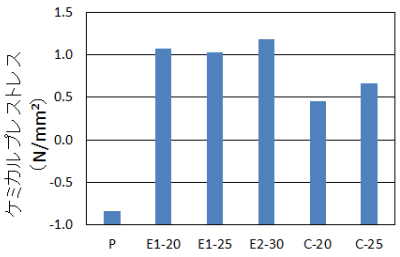

図-5 ケミカルプレストレス量

4. まとめ

1）膨張コンクリートを使用した合成床版は，膨張材の添加による圧縮強度の低下量は少ないと考えられる．
2）膨張材の添加の有無により，長期材齢に対するコンクリートの表層品質が大きく変わる可能性がある．
3）ケミカルプレストレスは，エトリンガイト系またはエトリンガイト複合系膨張材が高くなる傾向にある．

【参考文献】

1）神頭峰磯，木村潤市：ケミカルプレストレスの定量化による合成床版のひび割れ抵抗性の管理，第九回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp. 47-52，2016