

コンクリートの弾性係数の温度依存特性に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○内田 雅人
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木 誠治

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 原田 悟
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 井口 重

1. はじめに

PRC単純T桁の橋りょうにおいて、冬季に比べ夏季にたわみ量が大きくなる傾向が確認された。桁の固有振動数を調べたところ、夏季に低下する傾向が確認され、日平均気温と一定の相関があることがわかった。桁の固有振動数と日平均気温の履歴を図1に示す。桁の固有振動数と日平均気温の関係を図2に示す。

桁の固有振動数は、ベルヌーイ・オイラー梁の弾性理論によると式1により求められ、パラメーターとして、弾性係数：E、断面二次モーメント：I、質量：M、スパン：Lがある。ここでは、コンクリートの弾性係数と温度および湿度との関係を実橋から採取したコアコンクリートを用いて調べたので、以下に述べる。

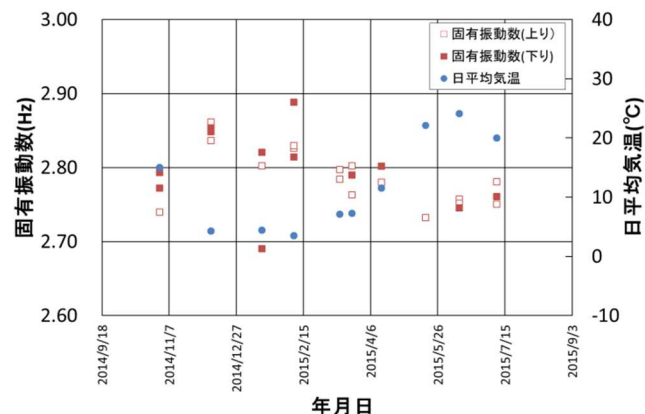


図1 桁の固有振動数と日平均気温の履歴

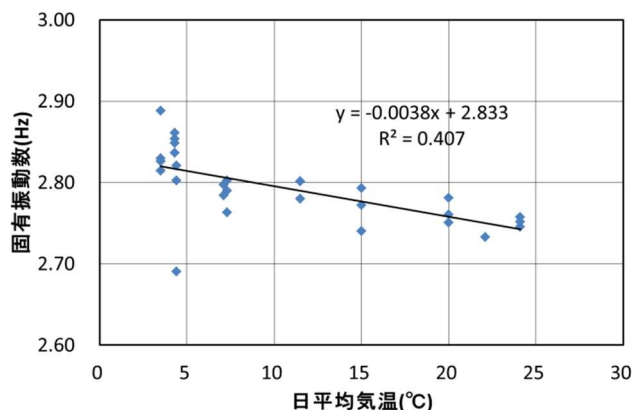


図2 桁の固有振動数と日平均気温の相関

$$n = \frac{\pi}{2L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI \cdot g}{M}} \quad \text{式 1}$$

ここに、 n : 桁の固有振動数(Hz)

L : スパン(m)

E : 弾性係数(kN/m²)

I : 断面二次モーメント(m⁴)

g : 重力加速度(m/sec²)

M : 単位長さあたりの荷重(kN/m)

2. 現地コアを用いた弾性係数調査

2. 1 試験方法

桁の固有振動数と気温に相関が確認された橋りょうから採取したコアの温度と湿度を変えた後、動弾性係数を調べることで、固有振動数と温度、湿度の関係を確認した。コアの径は鋼材を損傷せずに採取できる大きさとし、φ50mmのコアドリルを使用して、φ45.4mmのコアを4本採取した。採取したコアを湿式のコンクリートカッターにより切断し、高さが直径45.4mmの2倍程度となるよう加工した。

試験に使用する温度と湿度は、対象橋りょうから最も近い位置にある気象台の日平均気温と日平均湿度の範囲を考慮して設定した。図3に日平均気温と日平均湿度の範囲を示す。また、設定した3ケースを表1に示す。試験はCASE-1、CASE-2およびCASE-3の順番で行った。各条件で設定された恒温恒湿槽で試験体を1週間保管した後、一次共鳴振動数、寸法および重量を測定し、動弾性係数を算出した。

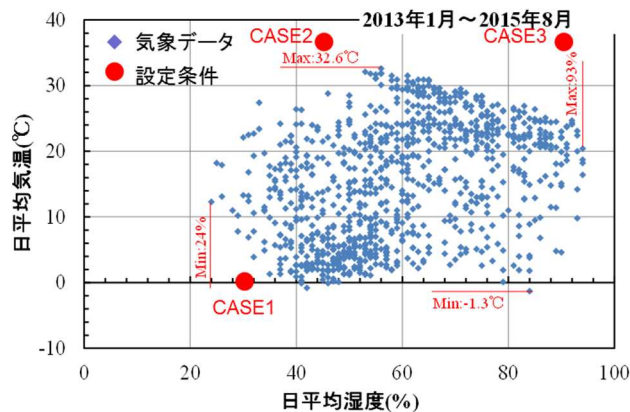


図3 日平均気温と日平均湿度の範囲

キーワード 動弾性係数, 静弾性係数, 温度依存特性
連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6

東日本旅客鉄道株式会社 TEL03-6276-1251

表 1 設定条件

	温 度	湿 度
CASE-1	0℃	30%
CASE-2	35℃	45%
CASE-3	35℃	90%

2. 2 試験結果

図 4 に試験結果を示す。図 4 の縦軸の値は CASE-2 の動弾性係数を 1.0 とした場合の比を示している。全てのコアで CASE-1 の値が最も大きく、次に CASE-3 が続き、CASE-2 の値が最も小さくなった。温度では CASE-2 と CASE-1 の平均値を比較したところ、35℃から 0℃まで低下すると 5.7%程度増加した。また、湿度では CASE-2 と CASE-3 の平均値を比較したところ、45%から 90%まで上昇すると 3.1%程度増加した。以上のことから、コンクリートの動弾性係数は温度と湿度により変化することが分かった。また、今回使用したコアコンクリートでは、湿度に比べ温度のほうがコンクリートに与える影響が強い結果となった。

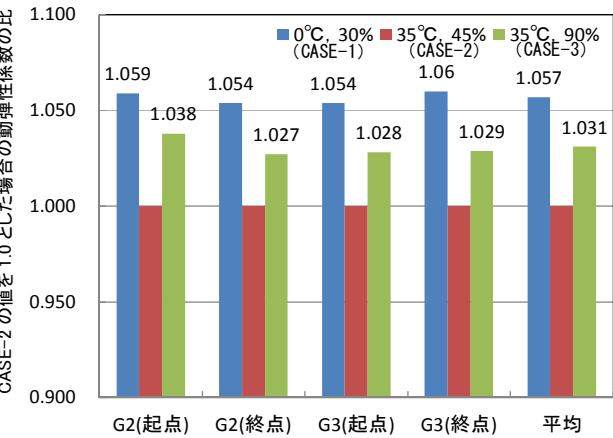


図 4 動弾性係数の比

3. 考察

3. 1 弾性係数の変化が固有振動数に与える影響

桁の固有振動数と日平均気温の相関を図 2 に示す実測値の近似式から算出すると気温 0℃と 35℃における桁の固有振動数は、それぞれ 2.83Hz と 2.70Hz となり、35℃の温度差で、4.9%程度変化する (表 2)。この変化が弾性係数の変化に起因するものと仮定すると、式 1 より固有振動数は 10%程度変化することになる。本試験において弾性係数は、温度と湿度の影響により、それぞれ 5.7%程度と 3.1%程度変化するため、温度と湿度両方の影響を受けると最大 9%程度変化することから、

実測値から推定される固有振動数の変化率 10%に近い値になる。このことから、冬季に比べ夏季に固有振動数が低くなる要因として、コンクリートの弾性係数が温度と湿度に影響されることが考えられる。

3. 2 弾性係数が温湿度の影響を受けるメカニズム

コンクリートの弾性係数は、コンクリート中の微小な空隙に存在す水分子の粘性が影響していると考えられる。温度が低くなると空隙中の水の粘性が高くなるため、コンクリートの弾性係数が高くなる。また、湿度が高くなると空隙中の水の量が増えることで、空隙部の抵抗が増えるため、コンクリートの弾性係数が高くなると考えられる。なお、PRC 単純 T 桁の橋りょうは部材厚が 250mm と薄いため、温度および湿度の影響を受けやすい構造であると考えられる。

表 2 実測データの近似式から得られた弾性係数比

気温 (℃)	実測データから推測される 固有振動数の推測値 (実測データの近似式より)		弾性係数 比の 推測値
	(Hz)	比	
0	2.83	1.049	1.10
35	2.70	1.000	1

4. まとめ

コンクリートの弾性係数は温度と湿度の影響を受けることが確認された。本試験においては、温度が 35℃から 0℃まで低下すると動弾性係数は 5.7%程度増加する結果となった。また、湿度が 45%から 90%まで上昇すると動弾性係数は 3.1%程度増加する結果となった。

実測した固有振動数からの推定値 10%程度とコア試験で確認された 9%程度に近い値であることから、冬季に比べ夏季に固有振動数が低くなる要因として、コンクリートの弾性係数に温度と湿度が影響しているものと考えられる。また、弾性係数が温度と湿度で変化する要因として、空隙中の水の粘度が変化が影響していると考えられる。

参考文献

1) 藤江幸人、井口重信、松田芳範、小林薫: 報告 新幹線走行に伴う PRC 単純桁の振動について、コンクリート工学年次論文集 Vol.30, No.3, p.1081-1086, 2008.