

(福岡都市高速道路における現場測定)

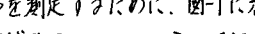
九州大学 工学部 正員 松 下 博 通
福岡北九州道路公社 正員 江 崎 正 敏
九州大学 工学部 学生員 ○矢 野 一 郎

I. 予之成立

コンクリートはその硬化の過程でかなりの発熱を伴う構造材料である。構造物の断面寸法が大きいため、その内部温度は表面温度に比較してかなり高くなり、その構造物の温度応力は大きなものとなることが考えられる。福岡都市高速道路1号線旧塚ランパPK-2橋脚の基礎部および柱部は、その断面寸法がかなり大きく、しかも、暑中に打設されるため、内部温度の上昇もかなり大きなものとなることが予想された。このため、内部温度分布の変化を測定し、温度ひびわれに関する資料を作成することを目的に現場実験を行った。ここにその概要を報告する。

II. 實驗概要

本橋脚の基礎部および柱部の内部温度上昇とその分布を測定するために、図-1に示した位置にカールソン型ひずみ計（共和電業製）を埋設した。また、打設時に強度試験用としてフーチング部で $\phi 15 \times 30$ cm、柱部では $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体を作製した。打ち方日、28日、91日に強度試験並びに圧縮強度用供試体にワイヤーストレインゲージを貼付して、静弾性係数、ポアソン比の測定を行った。なお、コンクリートの配合は表-1に示す。



— カールソン型ひずみ計（橋軸直方向）
 ・ カールソン型ひずみ計

Ⅲ. 実験結果および考察

コンクリートの強度、静弾性係数、ポアソン比は各材料とも3本の平均値より求め、その結果を表-2に示す。現場での実測結果を図-2、図-3に示す。図-2は内部温度分布、図-3は時間-温度変化曲線を表わした。このような温度分布を解析するに於て時間のみに関係し、場所に関係なく熱源のみの熱伝散方程式を解けば良い。1次元の場合、これは $\frac{\partial u}{\partial t} = k \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + g(t)$ (但し u : 温度 t : 時間 k : 熱伝散率 $g(t) = \frac{q_0}{\rho c} = \theta_0 (1 - e^{-\alpha t})$: 断熱温度上昇式) で表わされ、この解は $u(x, t, \tau) = \frac{1}{\sqrt{4\pi k t}} \int_0^{\tau} \int_0^{\infty} u(x+3, t, \tau) d\zeta d\tau + g(t)$ 、 $s = \sqrt{4\pi k t}$ なる積分方程式に近似できる。右辺の積分は Simpson 型より

$$\int_0^s u(x+z, t) dz = \frac{1}{6} \times 25 \{ u(x+s, t) + 4u(x, t) + u(x-s, t) \} \quad \& \quad f_1(1) \quad u(x, t+z) = \frac{1}{6} \{ u(x+s, t) + 4u(x, t) + u(x-s, t) \}$$
 $+u(\tau-s, t)] + \tau g(t)$ なる近似解が得られる。2次

それについては、 $\frac{\partial u}{\partial t} = k \left\{ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right\} + g(t)$

$$u(x, y, z, t) = \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{\pi} \int_0^{\pi} (x+3, y+z, t) dz dy + \tau g(t)$$
$$= \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{2} \int_{-1}^1 u(x+z, y, t) dz + \frac{1}{2} \int_{-1}^1 u(x, y+z, t) dy \right\} + \gamma(x)$$

同様に Simpson 則より

$$u(x, y, t + \tau) = \frac{1}{2} \{ u(x + s, y, t) + 4u(x, y, t) + u(x - s, y, t) \}$$
$$+ \{u(x, y+s, t) + 4u(x, y, t) + u(x, y-s, t)\} + z^2 g(t)$$

なる近似解が得られる。理論値と実験値との比較

は講演の際に述べる。

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

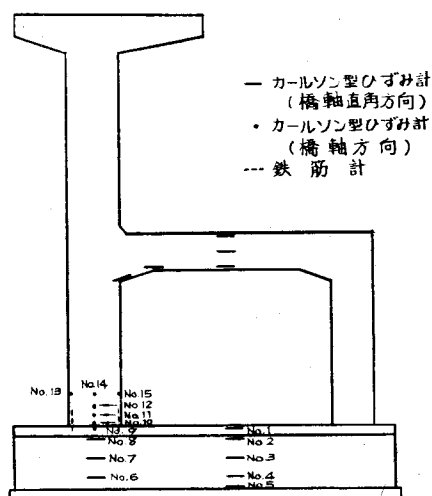


圖-1 埋設位置圖

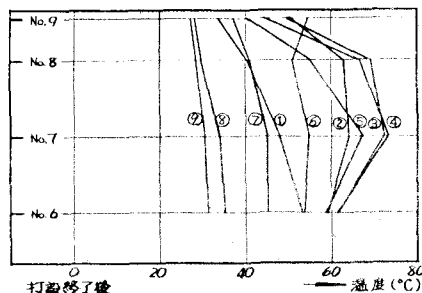
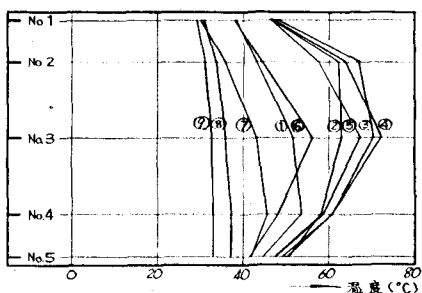
	設計基準 強度 $\times 1/6$	スランプ (mm)	粗骨材の最大寸法(mm)	水セメント比(%)	粗骨材率(%)	1m ² 当りの使用量 $\times 1/6$ セメント 水 粗骨材	セメントの産地
アーチング部	240	8	40	54.5	37.1	293 160 694 1274	735
柱部	270	8	20	50.0	44.0	330 165 793 1070	825

表-1 コンクリートの配合

	枚 令	圧縮強度	引張強度	静弾性係数	ポアソン比
ノーチング部	7 日	187.9	15.2	2.44	0.191
	28 日	245.3	19.6	2.38	0.193
	91 日	246.6	19.8	1.91	0.150
柱 部	7 日	250.8	21.2	2.29	0.172
	28 日	282.8	23.0	2.27	0.162
	91 日	274.3	23.8	2.04	0.183

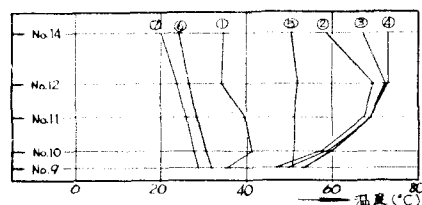
注) 弾性係数 ポアソン比とも破壊荷重の $1/3$ 点の値をとった

表-2



打設終了後

- ① 2 hr ② 60 hr ③ 670 hr
④ 14 hr ⑤ 157 hr ⑥ 1341 hr
⑦ 38 hr ⑧ 327 hr ⑨ 1942 hr



打設終了後

- ① 2 hr ② 30 hr ③ 166 hr ④ 1340 hr
⑤ 22 hr ⑥ 46 hr ⑦ 691 hr

図-2 内部温度分布

本実験は、福岡北九州道路公社並びに清水建設高速貝塚作業所の協力を得て実施したものであり、ここに関係各位に封して御礼申し上げます。

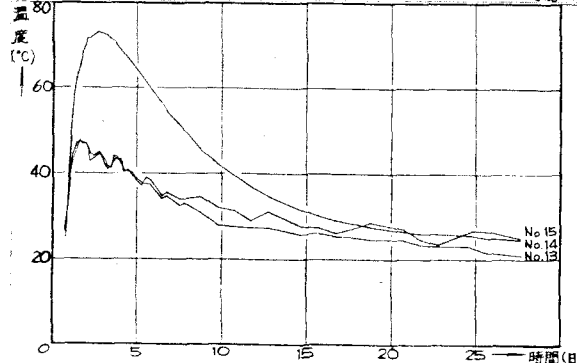
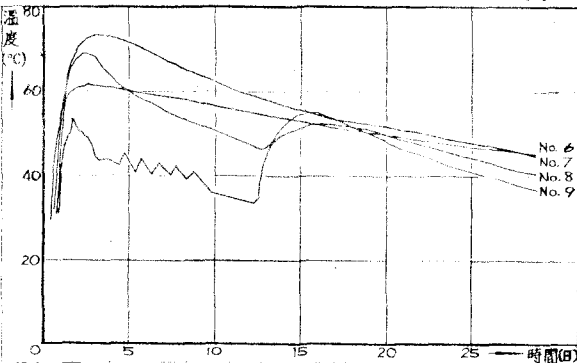
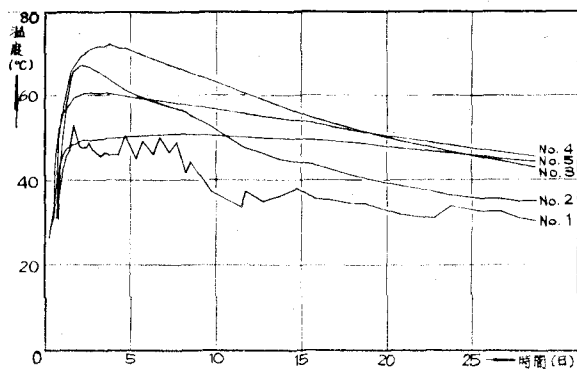


図-3 時間-温度変化曲線