

九州産業大学工学部

正 員 吉村 健

九州大学応用力学研究所

正 員 中村泰治

九州産業大学大学院

学生員 石田良三

① まえがき 鉛直ガストによる長大橋梁の不規則振動特性を時間領域において推定するには、sharp edged gust に対する過渡揚力応答と過渡空力モーメント応答、すなわち、非定常翼理論における Küssner 関数が必要である。模型実験による Küssner 関数の測定には、まず、sharp edged gust を発生させなければならないが、この種のガストを風洞気流中で実現することはきわめて困難である。このため、いまだ Küssner 関数の実測値は得られていない。

本研究では、橋梁断面模型に対する Küssner 関数を実測する目的のため、特殊水路を用いて sharp edged gust の発生を試みた。その結果を以下に記す。

② 実験装置の概要 実験装置の概略図を図-1に示す。本装置は、既設の曳航式水路(縦×横×長さ=0.4×0.4×6m)を改造したものである。この水路の一端に、これと直交するガスト水路(0.4×0.6×2.5m)を新たに取付けたものである。ガスト水路の下流端には、手動式排水扉と、一様な流速分布の遅い流れを作る流速調整装置とが設けられている。これら二種の水路内の流体は、水路接合部に設けられた翼形断面の自動式シャッター(エア-シリンダーにより駆動、開閉速度可変)により完全に遮断することができる。

いま、曳航台車に鉛直にばね支持された模型が、速度 $U=30\sim40\%$ でガスト水路方向へ曳航されて来るものとする。一方、ガスト水路内の流体は、 $W=1\sim20\%$ の遅い流速で流れている。この間、シャッターは閉じている。模型がシャッターの直前に達した時、すばやくシャッターが開く。この時、曳航水路内の流体は静止しているが、一方、ガスト水路内の流体は一様な流速で流れている。すなわち、これら二種の流体の境界面は流れの不連続面を形成する。この不連続面が sharp edged gust の先端であり、模型がこの不連続面を通過する時の過渡応答として Küssner 関数が求められるわけである。

図-2はガスト水路の側面図である。図中、流速調整装置は、三角形に整形された金網内に相馬標準砂を充填した一種のフィルターである。砂中の浸透流が水平に流れるものとするれば、砂フィルターの全断面で流速 W の一様な浸透流が形成され、したがって、ガスト水路内でも流速 W の一様な流速分布の流れが実現されよう。ところが、水平ならびに鉛直流速分布を測定した結果、鉛直分布にいくぶん凹凸が認められた。そこで、図-2に示すように、砂フィルターの上流側にハニカムを接続した。その結果、ほぼ理想的な流れを実現する

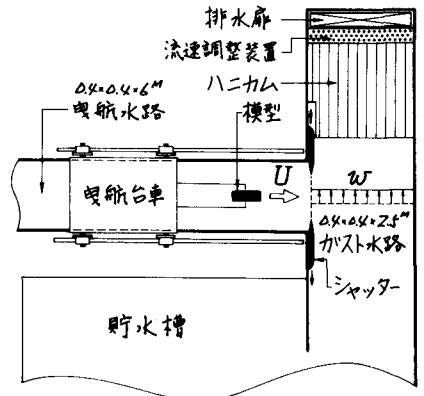


図-1 sharp edged gust 発生装置

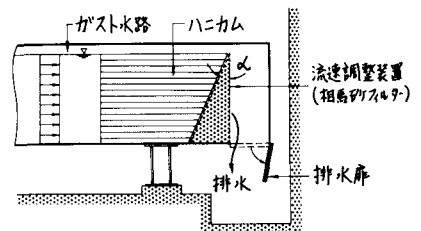


図-2 ガスト水路

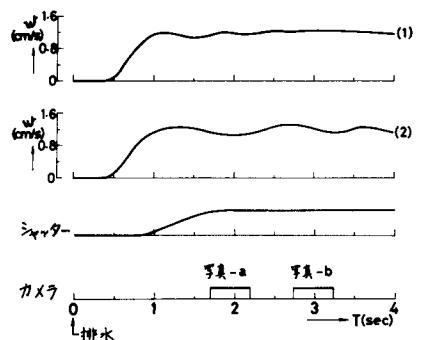


図-3 ガスト流速の測定記録例

ことができた。なお、排水に伴うガスト水路のヘッド低下を解消するため、充分大きい容積を持つ貯水槽が、ガスト水路の上流端に挿合されている。また、砂フィルターの傾角 α を変化させることにより、 $w=0.5\sim 2\%$ の範囲でガスト流速を設定することができる。

[3] 実験結果 まず、水路挿合部のシャッターを閉じた状態で排水扉を開放した。その場合のガスト流速 w の測定記録例を図-3の図中(1)に示す。排水扉を開放して一定流速に達するのに約1秒を要することと、その後、ほぼ一定速度の流れが形成されることが図よりわかる。そこで、排水扉開放の約0.5秒後にシャッターを始動した。その場合のガスト流速の記録が図中(2)である。シャッターの開放に伴ういくつかの流速変動が認められる。

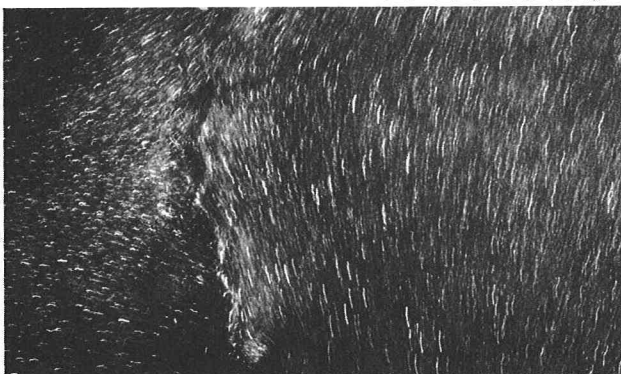
さて、シャッター開放後における流れの不連続面の挙動であるが、シャッター開放終了直後とその約1秒後における流れをアルミ粉法により観察した。その結果を、それぞれ、写真-1.aと1.bに示す。シャッター開放終了後の約15秒間、ほぼ理想的な不連続面が形成される様が見られよう(曳航水路内では、わずかにU方向の流れ u が認められるが、 $U \gg u$ であり問題ない)。ただし、写真-1は、シャッター開放時(シャッター速度約20%)にその表面に形成される境界層を、シャッター後縁付近に設けられたスリットから吸収した場合の結果である。境界層を吸収しない場合の流れは写真-2に見るとおりであって、シャッターの後流渦が不連続面を著しく乱している。また、写真-3は、シャッターを開放したままの状態排水扉を開放した場合の流れを示す。不連続面は全く認められない。

[4] 結論 Küssner関数を測定する目的のため、特殊水路を用いて sharp edged gust の発生を試みた。その結果、ほぼ理想的なガストを実現することができた。

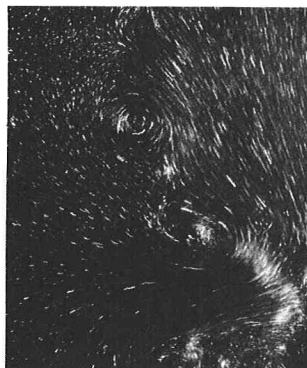
謝辞 本研究を行なうにあたり、九州産業大学工学部の亀井頼隆副手ならびに同学生今村実夫、木村研介、古賀総二の各氏にお手伝いいただいた。ここに記して謝意を表したい。



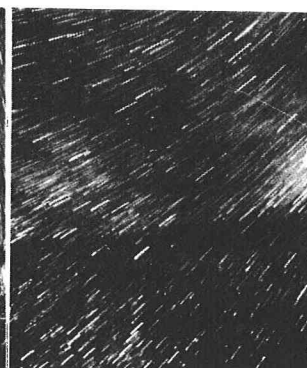
(a) シャッター開放直後



曳航水路 → ← ガスト水路 (b) 約1秒後
写真-1 流れの不連続面 (境界層吸収)



曳航水路 → ← ガスト水路
写真-2 (境界層吸収せず)



曳航水路 → ← ガスト水路
写真-3 (シャッター開放状態)