

コンクリート水路壁面経年劣化と水理機能変化 Study on Deterioration of Irrigation Canals and Change in Roughness Coefficient

○加藤 敬・本間新哉・北村浩二・今泉眞之
Takashi KATO, Shinya HONMA, Koji KITAMURA, Masayuki IMAIZUMI

1 はじめに 水路の維持管理をする上で水路の現状把握は重要である。長期に供用されたコンクリート水路の壁面は劣化し、モルタル分が落ちて粗骨材が見える状態となる。建設当初に比べ凹凸は大きくなり、その影響が生ずると考えられる。経年によって生ずる水路壁面の凹凸を測定して、その結果をもとに水理的性能について考察する。

2 水路壁面の凹凸測定 N地区の供用8～40年の用水路壁面凹凸の測定を行った。型とり器(15cm)を水路壁面に押しあてて、表面の凹凸を写し取り、グラフ用紙を背景に写真に撮り、写真から凹凸状態を読み取った(図1、図2)。その結果を算術平均粗さ R_a と、最大高さ R_y で整理した。算術平均粗さは次式で表される。

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |f(x)| dx \quad \dots (1)$$

ここに、 R_a 算術平均粗さ、 l : 基準の長さ、 $f(x)$: 断面の曲線。 R_y は最大値と最小値の差。

N地区3カ所での計測結果を図3、図4に示す。K用水とS古用水は供用約40年で、表面には粗骨材が見られる(図5)。S新用水は供用8年である。壁面に粗骨材は見られない。

図3では、K用水でのかんがい期水面の上と下、S古用水、S新用水は水面より下での R_a である。断面の曲線計測ピッチは約1mm。供用8年のS新用水の R_a は0.2mmと小さく、次にS古用水が大きく、K用水水面下は0.6～1.0mmと大きい。同じK用水でも水面下は水面上より大きい。K用水水面下を約15cm四方粘土で型どりして垂直22測線と水平方向に23測線について5mmピッチで求めた R_a が図4である。ばらつきが見られるが、垂直、水平方向でほぼ同じ傾向を示す。

3 壁面凹凸と水理量との関係 水路での代表的な水理の指標の1つはマンニングの粗度係数である。これは実水路では流量等を観測して得られる数値である。粗度係数は表面の凹凸に関係する。また、粗度係数が変われば水深が変化するので管理面では水路余裕高の確認が必要となる。

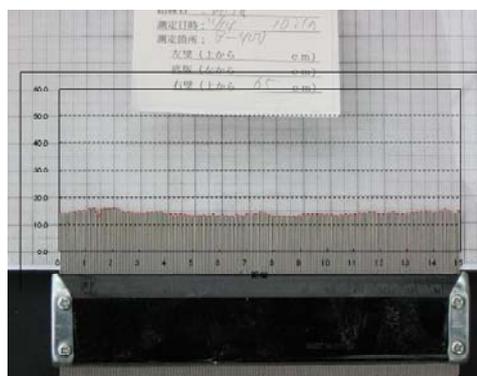


図1 型取り器による凹凸測定
Fig.1 Profile Gauge

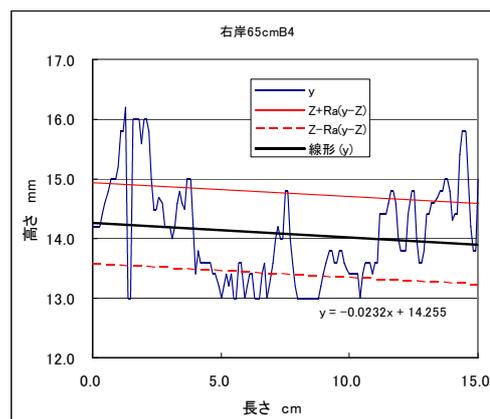


図2 読み取り結果例
Fig.2 Curve of Canal Wall Surface

壁面の凹凸と流速の関係については、相当粗度 k を用いてマンニング式を書き直した、マンニングストリクラ (Manning-Strickler) の式がある。

$$V = 7.66 \left(\frac{R}{k} \right)^{1/6} \sqrt{gRI} \dots (2)$$

ここで、 V : 平均流速、 R : 径深、 k : 相当粗度、 g : 重力の加速度、 I : 動水勾配。この式から n は k の 1/6 乗に比例する ($n = \frac{k^{1/6}}{7.66 \sqrt{g}}$)。 k と n の関係は表 1 のように計算される。相当粗度は k は壁面上に付けられた人工の突起物で定義され、水路壁面や河川の凸凹高さそのものに等しいとはいえない。砂利河川での k の値は平均粒径の 1.5 ~ 4 倍といわれる。

水路の余裕高については、次式で示される。

$$F_b = 0.07 \cdot d + \beta \cdot h_v + (0.05 \sim 0.15) \dots (3)$$

F_b : 余裕高 (m)、 d : 設計流量に対する水深 (m)、 β : 係数 (0.5 ~ 1.0)、 h_v : 流速水頭。

余裕高の内容は、①流れや強風によって生ずる波、②速度水頭が静水頭に変換された水頭、③施工に於ける粗度係数 0.001 程度の差による増加分である。その他として施工上から水路天端を連続とすることで発生する余裕が加わる。水路の管理上は①、②に対する余裕があればよい。

水路における k の値を $2 \times R_a \sim$

R_y までの範囲と見つめれば、図 3 から 0.4 ~ 6 mm 程

度となる。マンニングストリクラ式の関係から調査地区の粗度係数は $n = 0.012 \sim 0.017$ 程度と見積もられる。古い水路では、粗度係数の設計値を $n = 0.015$ としていることが多いから、余裕高での粗度係数 0.001 の増加分を考慮すれば計画での想定範囲と考えられる。しかし、水深の増加あれば分水工ではその影響を受ける。流量観測施設をもたない分水工では、経年変化に従って分水施設管理は見直さねばならない。

4 おわりに 算術平均粗さ R_a と粗度係数の関係は、現地流量観測による検証を行っていない。今後、現地流量観測を実施して確認する。

参考文献 荒木・椿：水理学演習下巻, p7-10

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」H13, p60-63

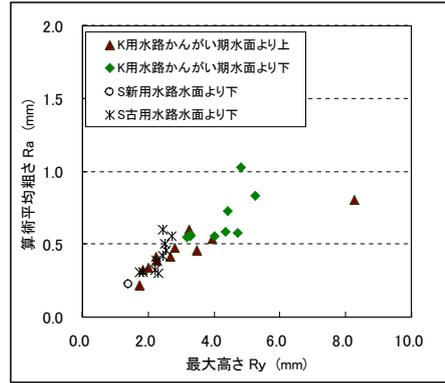


図 3 水路壁面の R_a
Fig.3 Ra of Canal Walls

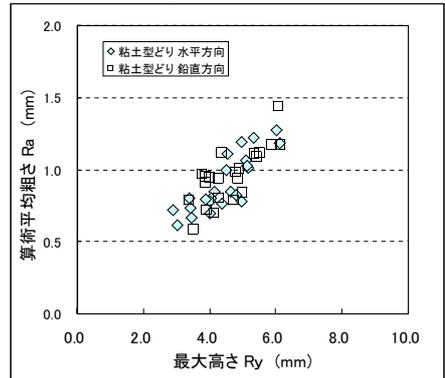


図 4 水平、垂直方向 R_a の比較
Fig.4 Relationship between R_a and R_y



図 5 測定壁面の例
粗骨材が見える
Fig.5 Photo. of Canal Wall Surface