

1 4.7 排水路

2 4.7.1 計画排水量

ほ場における計画排水量は、ほ場の利用形態、作付体系、許容湛水等を考慮して決める。なお、ほ場整備事業で取り扱う計画排水量の検討に当たっては、計画基準「ほ場整備（水田）」、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「排水」基準書・技術書（以下「計画基準「排水」」という。）に準拠する。

3 1 一般事項

- 4 ① 計画基準雨量は、原則として 1/10 年程度の確率雨量とする。また、計画基準雨量は、気象観測資料を用いて確率統計解析により得られた実績降雨に基づく確率降雨量に、気温上昇時の気候予測資料により求めた降雨量変化倍率（過去実験値と将来実験値の各確率降雨量の比）を乗じ
- 5 資料を用いて確率統計解析により得られた実績降雨に基づく確率降雨量に、気温上昇時の気候
- 6 予測資料により求めた降雨量変化倍率（過去実験値と将来実験値の各確率降雨量の比）を乗じ
- 7 ることを基本とし推定する。なお、気候予測資料は全国 5 km メッシュアンサンブル気候予測
- 8 データを使用する。
- 9 ② 地区外流域をほとんど持たない末端ほ場であって、ある程度の湛水を許容する水稲作の場合には、日雨量日排除により算定して得た排水量とする。
- 10 ③ 水田畑利用の場合においては、極力湛水を防止する方式とし、4 時間雨量 4 時間排除により算定して得た排水量とする。
- 11 ④ 地区外の山地流域をうける排水路や幹線排水路には、洪水到達時間内平均雨量を用いて合理式により計画排水量を算定する。
- 12 ⑤ 低平地水田の下流部等、自然排水が不可能で樋門や排水機の設置を必要とする場合には、湛水区域、許容湛水深及び許容時間を勘案し排水量を算定する。

15 2 自然排水における計画排水量

18 (1) 日雨量日排除

19 計画日雨量が地区内に降った場合、それを 1 日で排除しようとする方式である。地区外流域をほとんど持たない末端ほ場であって、ある程度の湛水を許容する水稲作の場合に適用する（図-4.7.1 及び式(4.7.1) 参照）。

$$22 \quad Q = \frac{\sum R_{24} \times f}{86.4} \dots\dots\dots (4.7.1)$$

23 ここに、 Q : 計画排水量 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$)
24 $\sum R_{24}$: 日雨量 (mm/d)
25 f : ピーク流出係数（1 時間や 4 時間の時間降雨量より流出係数は大きい）

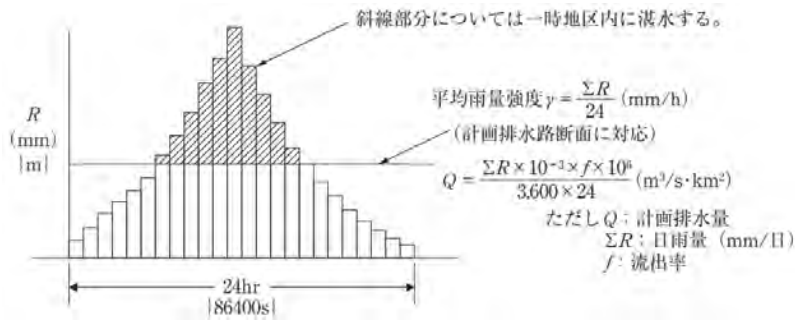


図-4.7.1 日雨量日排除の考え方

(2) 4時間雨量4時間排除

計画4時間雨量が地区内に降った場合に、それを4時間で排除しようとする方式であり、水田畑利用の場合に適用する (図-4.7.2 及び式(4.7.2) 参照)。

$$Q = \frac{\sum R_4 \times f}{14.4} \dots \dots \dots (4.7.2)$$

ここに、 Q : 計画排水量 (m³/s · km²)

$\sum R_4$: 4時間雨量 (mm/4h)

f : ピーク流出係数

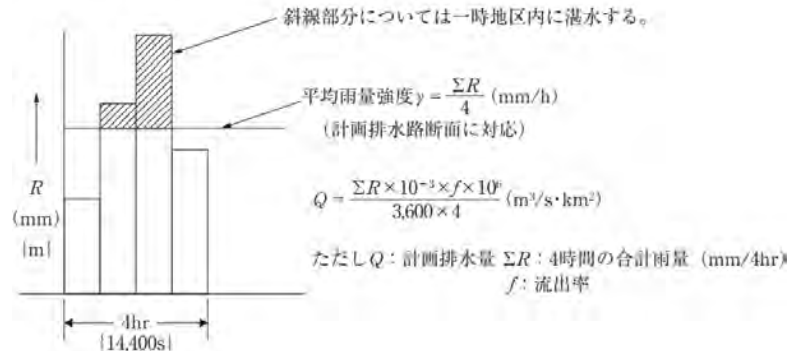


図-4.7.2 4時間雨量4時間排除の考え方

(3) 合理式

洪水到達時間内平均雨量を用いて合理式により計算するもので、洪水到達時間内平均雨量を洪水到達時間内に排除しようとするものである。地区外の広範囲な山地流域をうける排水路や、幹線排水路に適用する (式(4.7.3) 参照)。

ただし、合理式を適用する排水路の区分は、流域の大きさ、広狭、形状、地形、地質、土壌、地被、水田率及び排水路の重要度によって決定されるべきであり、適用に当たっては十分な検討が必要である。

$$Q = \frac{f \times r \times 10^{-3} \times 10^6}{3,600} = 0.2778 \cdot f \cdot r \dots \dots \dots (4.7.3)$$

ここに、 Q : 計画排水量 (m³/s · km²)

f : ピーク流出係数

r : 洪水到達時間内の平均降雨強度 (mm/h)

1 (4) ピーク流出係数

2 ピーク流出係数は、地域の地質、地被、先行降雨等の諸条件により異なる。事業実施後のピーク流
 3 出係数を推定する場合や、実測資料の乏しい場合には、表-4.7.1、表-4.7.2 に示す値を参考として
 4 もよい。なお、土地利用が一様でない場合には、その構成比率による加重平均値を用いる。

5
6 表-4.7.1 ピーク流出係数 f

地形の状態	f
急峻な山地	0.75 ~ 0.9
三紀層山地	0.7 ~ 0.8
起伏のある土地及び樹林地	0.5 ~ 0.75
平らな耕地	0.45 ~ 0.6
かんがい中の水田	0.7 ~ 0.8
山地河川	0.75 ~ 0.85
平地小河川	0.45 ~ 0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.5 ~ 0.75

7 ※ 上表は、物部が河川の洪水時の値として与えたものであるが、流域の状況によって変化するとともに、安全
 8 係수에類するものも含めてあり、さらに対象とした洪水が大きなものであるため、土地改良事業で対象とす
 9 る降雨に対しては大きな値となる傾向がある。特に水田の場合には、0.7~0.8をとることはほとんどなく、
 10 おおむね0.4~0.5の範囲内と考えてよい。

11 表-4.7.2 ピーク流出係数 f ³⁾

地形の状態	f
路面及び法面	0.70 ~ 1.00
市街	0.60 ~ 0.90
森林地帯	0.20 ~ 0.40

12 3 自然排水ができない場合の計画排水量

13 自然排水が不可能な低平な地区においては、地区内の湛水状況は降雨の状況（降雨強度及び継続時
 14 間）、外水位等の時間変動に対応して複雑に変化する。このため、自然排水が可能な地区で用いられる
 15 総排水量を算出するだけの簡易な計算方法を採用することは適当でなく、以下により詳細な検討を行
 16 う必要がある。

17 (1) 作業手順

- 18 ① 計画内水位、計画外水位の決定
- 19 ② 計画基準雨量（2～3日連続雨量）によるハイドログラフの作成
- 20 ③ ②による地区内の湛水状況（湛水深、湛水面積、湛水時間等）の把握
- 21 ④ ポンプによる排水量計算及び排水後の湛水状況
- 22 ⑤ ポンプ等の諸元の決定

23 詳細については、計画基準「排水」を参照する。

1 (2) 許容湛水

2 ア 水稲作の場合

3 許容湛水深は 30cm とし、やむを得ず 30cm を超える場合は湛水時間が 24 時間を超えないもの
4 とする。

5 なお、計画内水位は最低田面標高に許容湛水深をプラスしたものとなるが、これにより事業費や
6 維持管理費が増嵩し不経済となる場合には、計画内水位の設定には十分な検討を要する。

7 イ 水田畑利用の場合

8 畑作物においては原則として湛水を許容しない。ただし、著しく不経済となるときは、湛水をあ
9 る程度許容する地域を設定し、その湛水深、湛水時間、作付体系等を十分検討する必要がある。な
10 お、田面の不陸、うね立て等を勘案し、排水解析上 5cm 未満の湛水については湛水がないものとし
11 て取り扱う。

12
13 4.7.2 水理設計

計画洪水時排水及び計画常時排水のそれぞれにおいて、設計流量及び設計水位のいずれも満足するよう、排水路の断面形及び勾配を定める。

14 1 暗渠工

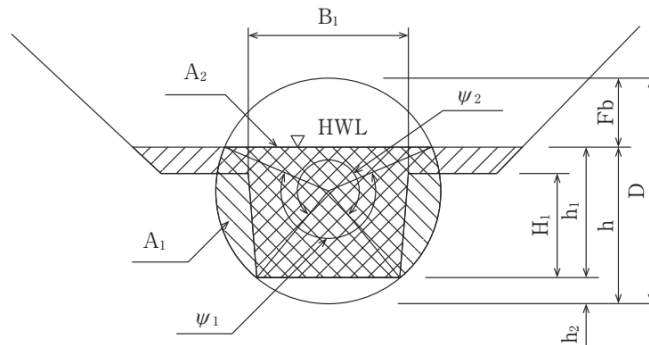
15 本項では、暗渠工（排水路）のうち管路（管型暗渠）及びボックスカルバート（箱型暗渠）を対象
16 とする。

17 (1) 水理計算

18 ア 管路

19 管路の水理計算は、4.6.4 開水路の設計に準拠する。

20 なお、道路横断部等における開水路との取付けによる断面決定に当たっては、取付水路（上流水
21 路）の流積 A_2 を求め、管路の通水断面 A_1 がこれを下まわらないものとする ($A_1 > A_2$) (図-4.7.3
22 及び式 (4.7.4) 参照)。



24
25 図-4.7.3 管路の通水断面

26
$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\Psi_1 + \Psi_2 - 2\pi - \sin \Psi_1 - \sin \Psi_2) \dots \dots \dots (4.7.4)$$

27 ここに、 A_1 : 管路の通水断面 Ψ_1, Ψ_2 : 角度 (rad)

28 A_2 : 取付水路の通水断面 r : 管の半径

1 **【事例】** 管路の最小流速、最小口径、管種

2 管路の最小流速、最小口径、管種は関連する基準書に基づき、地域の実情等を十分に考慮して決定す
3 る。以下に設計事例を示す。

4 **表-4.7.3** 管路の最小流速、最小口径、管種の設計事例

地区	最小流速	最小口径	最小口径での管種	備考
A地区	0.60m/s	φ 300mm	高密度ポリエチレン管	
B地区			高密度ポリエチレン管	
C地区			硬質ポリ塩化ビニル管	
D地区			硬質ポリ塩化ビニル管	
E地区	0.45m/s	φ 200mm	耐圧ポリエチレンリブ管	用水路と排水路を連結させ、排水路内の堆積土砂をフラッシングにより除去可能

5

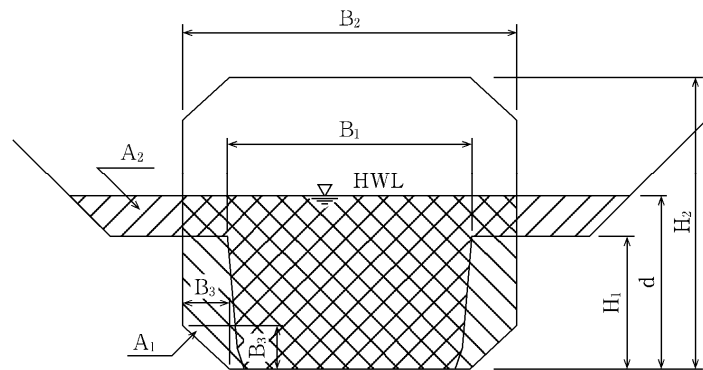
6 **イ** ボックスカルバート

7 ボックスカルバートの水理計算は、4.6.4 開水路の設計に準じて行う。

8 なお、前述のア 管路と同様に、取付水路（上流水路）の流積 A_2 を求め、ボックスカルバートの
9 通水断面 A_1 がこれを下まわらないものとする ($A_1 > A_2$) (図-4.7.4 及び式(4.7.5)、式(4.7.6) 参
10 照)。

11
$$F_b = 0.07d + h_v + \alpha \dots\dots\dots (4.7.5)$$

- 12 ここに、 F_b : 余裕高(m)
13 D : 計画最大流量に対する水深(m)
14 h_v : 流速水頭(m)
15 α : 0.05~0.15(m)



16 **図-4.7.4** ボックスカルバートの通水断面

17
$$A_1 = B_2 \cdot d - B_3^2 \dots\dots\dots (4.7.6)$$

- 18 ここに、 A_1 : ボックスカルバートの通水断面
19 A_2 : 取付水路の通水断面
20

1 (2) 留意事項

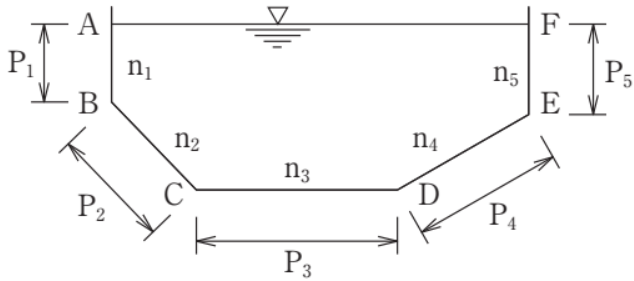
- 2 ① 土砂等の堆積による通水断面の縮小を考慮して余裕を見込んでおく。特に、豪雨の際に多量の
 3 土砂、木片等が流入するおそれのある場合には、更に必要な余裕を確保する。なお、暗渠の延
 4 長が長く流量が少ない場合でも、沈泥による有効断面の縮小や維持管理を考慮し内径又は内幅
 5 を 60cm 以上とすることが望ましい。
 6 ② 道路等の横断暗渠については、その延長が短いため、勾配変化等がなければ暗渠内流速は上下
 7 流水路の流速と差がないと考えられ、これらを考慮して断面を決定する。

8 2 開水路

9 (1) 水理計算

- 10 ① 水理計算は、4.6.4 開水路の設計に準じて行う。詳細については設計基準「水路工」、計画基準
 11 「排水」を参照する。
 12 ② 複断面水路の合成粗度係数
 13 潤辺の粗度係数が部分により異なる水路断面において Manning 公式を適用する場合は、全潤辺
 14 に対する合成粗度係数を計算して流速を求める (図-4.7.5 参照)。
 15 合成粗度係数 n_i は、式 (4.7.7) によって求める。

16
$$n_i = \left(\frac{1}{\sum P_i} (P_1 n_1^{3/2} + P_2 n_2^{3/2} + \dots + P_5 n_5^{3/2}) \right)^{2/3} \dots\dots\dots (4.7.7)$$



潤辺	粗度係数	潤辺長
AB	n_1	P_1
BC	n_2	P_2
CD	n_3	P_3
DE	n_4	P_4
EF	n_5	P_5
全潤辺	n_i	$\sum P_i$

17 図-4.7.5 合成粗度係数の算定図

18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

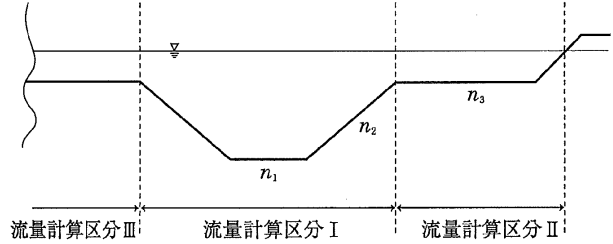


図-4.7.6 流量計算区分図

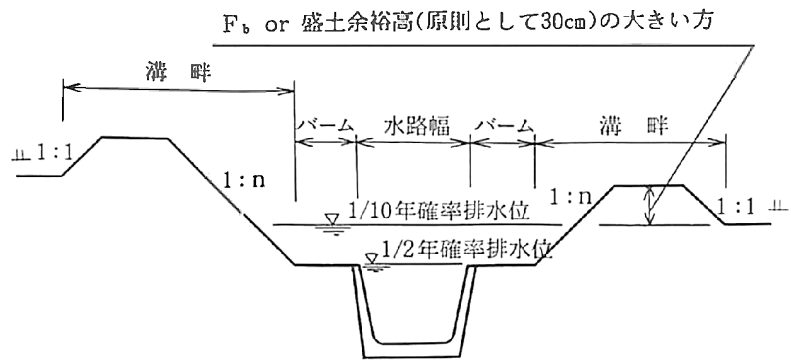
1 (2) 許容流速
 2 最大許容流速は 4.6.4 開水路の設計に準じるものとする。詳細については設計基準「水路工」を
 3 参照する。また、以下の点に留意する。

- 4 ① 複断面水路の場合には、許容最大流速は使用材料のうち最小のものにより規定される。
- 5 ② 護床又はその他適切な侵食防止処置が講じられる場合、コンクリートの厚さを増すなどで部材
 6 の補強が行われる場合、又は河川に相当する大きな排水路にあっては、最大許容流速は、当該
 7 水路の構造及び地形・地質並びに類似の実施例を参考にして定める。
- 8 最小許容流速については設計基準「水路工」を参照する。

9 (3) 余裕高
 10 開水路形式の排水路を複断面水路とする場合、余裕高は原則として式 (4.6.12) (4.6.13)によって
 11 決定する。ただし、隣接田面より 1/10 確率排水位が高くなるように留意し、下記により決定す
 12 る。

- 13 ① $F_b > \text{盛土高}$ (原則として 30cm 以上) ならば盛土余裕高= F_b
- 14 ② $F_b < \text{盛土高}$ (原則として 30cm 以上) ならば盛土余裕高=30cm

15



16
 17 図-4.7.7 排水路（複断面）の余裕高

18
 19 余裕高及び水路壁高の算定については、図-4.7.8 に示すフローチャートに基づいて行う。なお、
 20 複断面水路の低水護岸高（原則として 1/1～1/2 年確率排水位）に対する余裕高は、原則として考慮
 21 しない。

- 1 ④ 水路敷高は、耕区下流端で地下水排除機能が働き、かつ暗渠排水施設が取り合う深さとする。
- 2 ⑤ 小排水路延長が 600m 以上になると、工事費の増嵩が顕著となるため、600m 以内ごとに支線
- 3 排水路に接続させることが望ましい。

4 2 水路断面

5 (1) 暗渠工

6 ア 一般事項

- 7 ① 構造設計に当たっては、種々の荷重を適切に定めるものとし、特に農道等を横断するものにつ
- 8 いては、通行する車両の荷重条件を考慮し設計荷重を決定する。
- 9 ② 数種類の構造が対象となっている場合は、経済比較とともに埋設される位置の立地条件、施工
- 10 条件、維持管理から総合的な検討を行い決定する。
- 11 ③ 農道等の横断暗渠工は、施工性及び経済性から、極力直角に横断するよう計画する。
- 12 ④ 国道、河川等の横断暗渠工については、関係機関との協議を必要とする。

13 イ 暗渠工の構造

14 代表的な暗渠工の構造の特徴を表-4.7.4 に示す。

15 表-4.7.4 暗渠工の構造

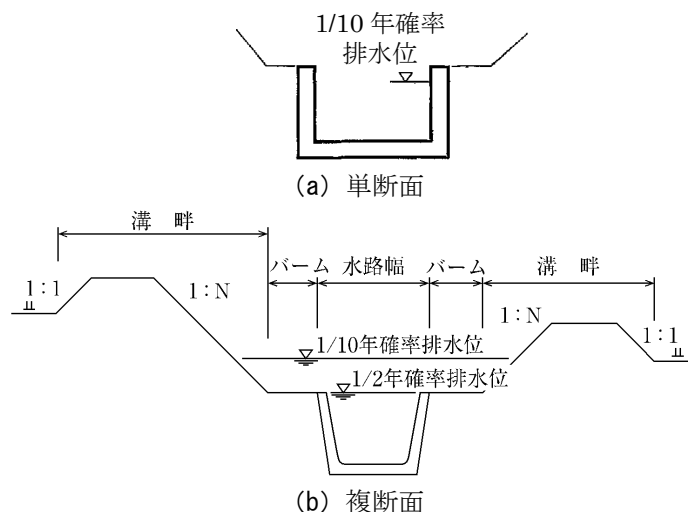
項目	管路（管型暗渠）				重圧管	ボックスカルバート
	硬質ポリ塩化ビニル管	高密度ポリエチレン管 耐圧ポリエチレンリブ管	強化プラスチック複合管	遠心力鉄筋コンクリート管		
現場条件	土被りがある程度期待できる場合で、比較的断面の小さい用排水路に使用する。				自動車荷重が大きく、土被りが少ない場所で、比較的断面の小さい用排水路に使用する。	管路や橋梁等との比較検討を行い使用する。
基礎	荷重条件により無基礎、砂基礎、砕石基礎、ソイルセメント基礎等の検討を行う。		荷重条件により、無基礎、砂基礎、コンクリート基礎等の検討を行う。		基礎地盤が良好な場合は敷コンクリートのみとするが、それ以外は均しコンクリートと基礎砕石又は杭基礎の施工を検討する。	
留意事項	耐寒性が低い ため、寒冷地 で使用する場 合には、管に 衝撃が加わら ないよう特に 注意する必要 がある。	管側部に作用する受動土圧が減少し、管に過大な変形やたわみが生じることがないよう十分な検討を行うとともに、埋戻しの際、十分な締固めを行う必要がある。	比較的口径が大きくなり、180°又は360°コンクリート基礎とする場合には経済性で劣る場合がある。	土被りの少ない道路の縦横断用暗渠として適する。	ボックスカルバートの構造計算については、設計基準「水路工」に準じる。	

16

1 (2) 開水路

2 ア 排水路断面

3 排水路断面はその維持管理の省力化が図られるよう、単一断面のプレキャストコンクリート製品
 4 の設置や全面コンクリート張りによる 1/10 年確率排水位までの護岸を基本とする。ただし、水路
 5 の幅や深さが大きくなり、むしろ水路内の土砂上げに苦勞することにならないよう、地域の意向等
 6 への留意が必要である。このように単一断面のプレキャストコンクリート製品の設置等による 1/10
 7 年確率排水位までの護岸が困難な場合であって、低平地及び緩傾斜の常流水路である場合には、複
 8 断面にすることを検討する。



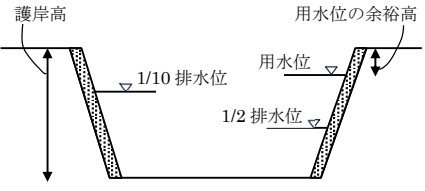
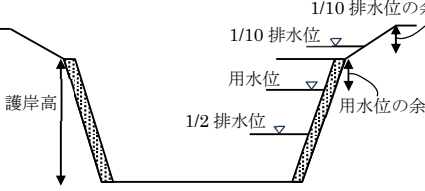
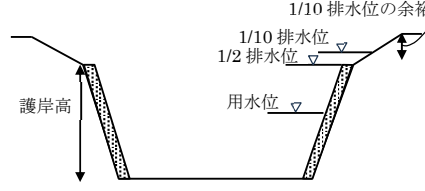
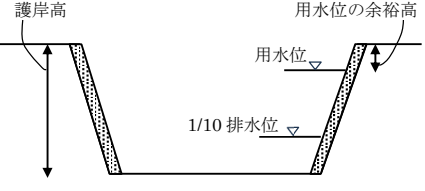
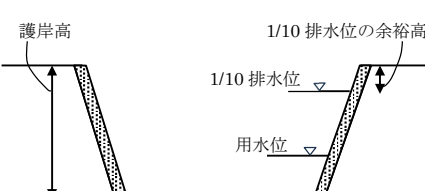
12 図-4.7.9 排水路標準断面図

13 表-4.7.5 排水路の溝畔及びバームの構造

種 別	留 意 事 項
溝畔の法勾配	内法は 1 : 1.0 を原則とし、外法は土質により決定するが、一般的には畦畔の構造と同様とする (表-4.3.8 参照)。また、リモコン草刈機等への対応を含む維持管理上の利便性にも配慮する場合は、4.3.6 畦畔 3 リモコン草刈機等に対応した畦畔を参照する。
溝畔の上幅	溝畔の上幅は、溝畔の高さ又は排水路の維持管理上の利便性により決定されるが、幹・支線排水路で 50~100cm 程度、小排水路で 30~50cm 程度が望ましい。
バーム (犬走り)	バームは、溝畔からの土砂落入防止と維持管理上の利便性を考慮し設置する。幅は、幹・支線排水路で 50~100cm 程度、小排水路で 20~30cm 程度が望ましい。

- 1 イ 用排兼用水路の断面
- 2 用排兼用水路の水路壁高は、用水路及び排水路で算定される余裕高の大きい方を採用して算定する（4.6.4 開水路の設計及び4.7.2 水理設計に準拠する）。また、護岸高さは表-4.7.6 のとおりとする。
- 3
- 4

5 表-4.7.6 用排兼用水路の護岸（プレキャストコンクリート製品を含む）高さ

条 件	用水量 \geq 排水量	用水量 $<$ 排水量
通常 (低水護岸 の場合)	<p>【①\geq②】 護岸高：(用水位)+(用水位に対する余裕高)</p>  <p>【①$<$③】</p> 	<p>【①$<$②】 護岸高：低水護岸(1/1~1/2年確率排水位)</p> 
1/10年排水 位まで護岸 する場合	<p>【①\geq③】 護岸高：(用水位)+(用水位に対する余裕高)</p> 	<p>【①$<$③】 護岸高：(1/10年確率排水位)+(排水位に対する余裕高)</p> 

- 6 ※ ① (用水位)+(用水位に対する余裕高)
- 7 ② 1/1~1/2年確率排水位
- 8 ③ (1/10年確率排水位)+(排水位に対する余裕高)
- 9

1 4.7.4 附帯構造物

附帯構造物は、水管理及び施設維持管理が適切に行えるよう設計する。

2 1 落水口（水じり）

3 落水口の配置、断面、構造については表-4.7.7、標準図については図-4.7.10のとおりである。

4 表-4.7.7 落水口

項目	留 意 事 項
数と配置	<ul style="list-style-type: none"> ・各耕区の排水路に沿う辺の下流側に1か所以上設ける。ただし、短辺長が50m以上になる場合は、50m以内に1か所以上設けることが望ましい。 ・湛水深のコントロールや大雨時の田面貯留（後述の「田んぼダム」の実施）の必要性等に配慮しつつ、工事費の削減及び維持管理労力・水管理労力の軽減のため、落水口の統合・集約化についても検討することが望ましい。
断 面	<ul style="list-style-type: none"> ・幅は開閉操作を考慮して50cmにとどめ、区画面積が特に大きく必要排水量からみて50cm以上の幅を要する場合には、2か所以上に分けて設ける必要がある。 ・落水口の敷高は、田面排水の迅速化を図る上で田面から5～10cm下げることが必要であるが、田畑輪換等により畑作導入を重視する場合には、敷高は更に低く15～20cmに下げることが必要である。また、大区画ほ場の場合等は地域の営農形態・排水管理方式を考慮した上で更に敷高を下げることも検討する必要がある。
構 造	<ul style="list-style-type: none"> ・区画が拡大されると排水量が大きくなり、その維持管理も困難となるので、従来の溝畔に設けた単なる欠口でなく、操作の便利なコンクリート等の構造物とすることが望ましい。型式は田面湛水深のコントロールを考慮し、数枚の角落しによる越流方式にすることが望ましい。 ・湛水深を自動制御する型式も開発されているが、導入に際しては水管理の省力化と動作の確実性を十分検討する必要がある。 ・排水管はφ150～φ200mmの硬質ポリ塩化ビニル管、高密度ポリエチレン管又は遠心力鉄筋コンクリート管を標準とし、落口の水路底には、土壌侵食を防止する底打ちコンクリートの設置を検討する。

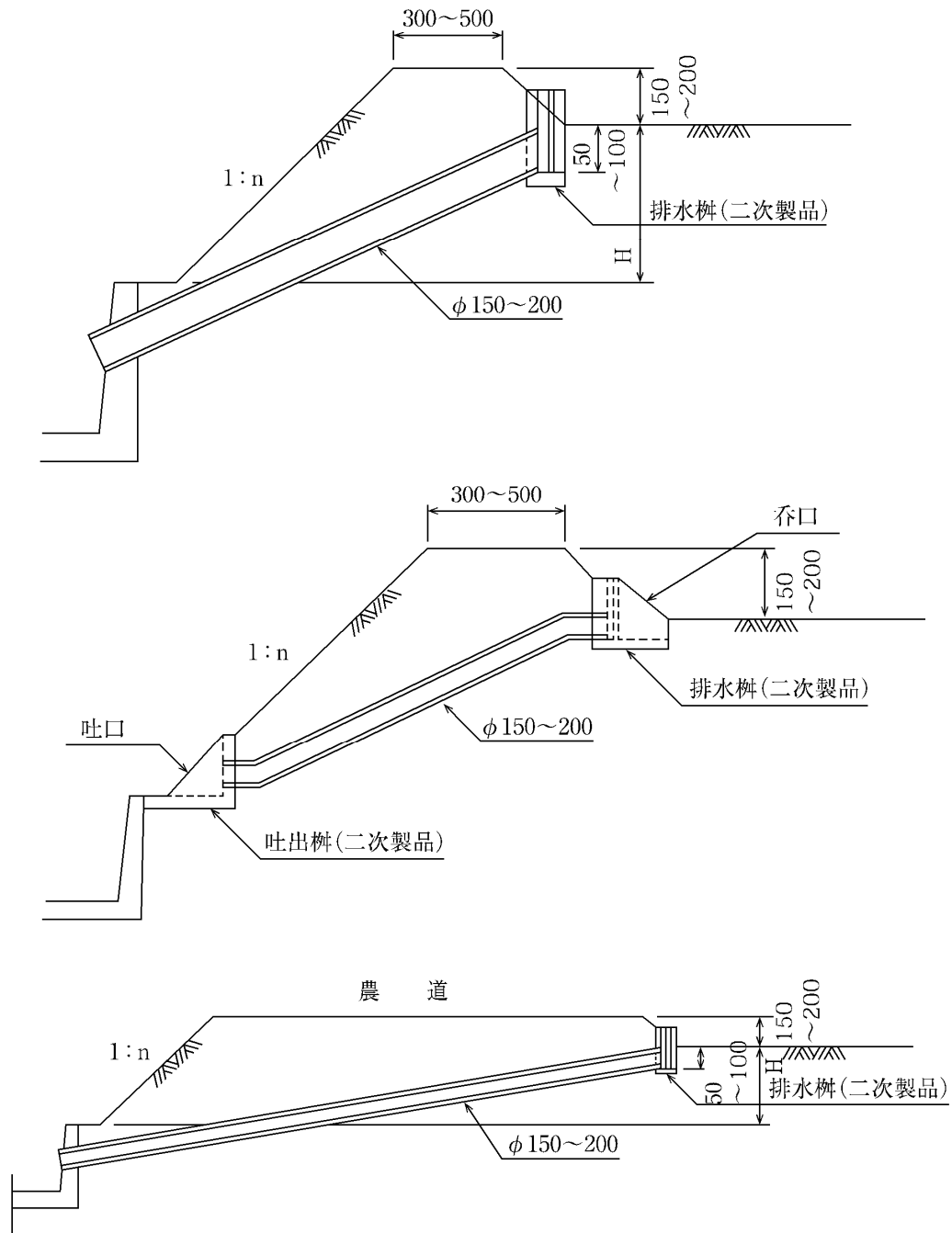


圖-4.7.10 落水口標準圖

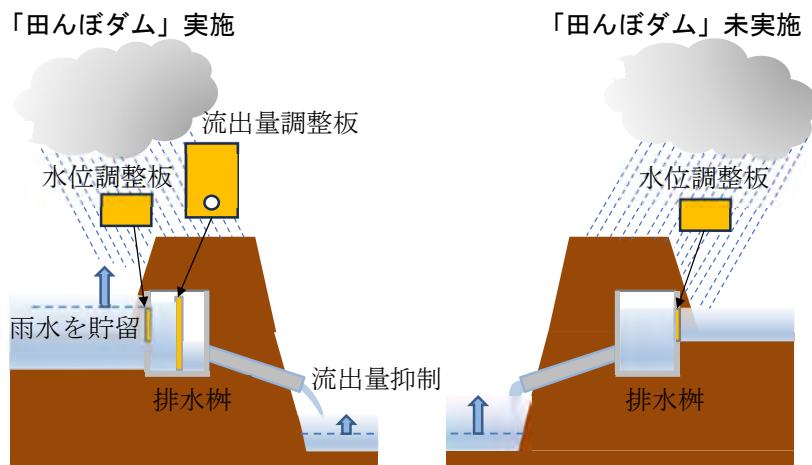
1
2
3

1 【参考】 田んぼダムの概要

2 (1) 「田んぼダム」とは

3 「田んぼダム」とは、水田が元来有している雨水貯留機能を強化することで、「田んぼダム」を実
4 施する地域やその下流域の湛水被害リスクを低減するための取組である。

5 図-4.7.11 のように、水田の落水口に流出量を抑制するための小さな穴の開いた流出量調整板等の
6 器具（以下「流出量調整器具」という。）を設置することで、水田に降った雨水を時間をかけてゆっ
7 くりと排水し、水路や河川の水位の上昇を抑制することで、水路や河川から溢れる水の量、範囲を抑
8 制できる。



9
10 図-4.7.11 「田んぼダム」を実施している水田の排水イメージ⁶⁾

11 田んぼダムの実施による効果については、「田んぼダムの手引き（農林水産省農村振興局整備部）」
12 (https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/kurasi_agwater/attach/pdf/ryuuiiki_tisui-67.pdf) に、実証
13 に基づく効果の試算結果を記載しているのので、参照されたい。

14 (2) 「田んぼダム」の実施に向けた検討

15 「田んぼダム」を実施する水田では、適切な畦畔高をもつ堅固な畦畔が必要である。これらの畦畔
16 は、「田んぼダム」のためだけではなく、営農する上でも必要であり、「田んぼダム」の取組をきっか
17 けとして、畦畔を適切に整備し維持していく仕組みを作ることが、地域の農業を継続していく上でも
18 有効である。このため、畦畔高は、地域における許容湛水位等を踏まえた適切なもの（一般的には
19 30cm程度）とする。

20 また、「田んぼダム」においては、想定する降雨に対して雨水貯留機能を発揮し、貯留した雨水を
21 適切に排水できる落水口が必要である。落水口の流出量調整器具として、水田の水管理を行う通常
22 の水位調整板と別に、流出量調整板を設置する「機能分離型」と、水田の水管理を行う通常の水位調
23 整板に流出量を調整する機能を持たせる「機能一体型」がある。（表-4.7.8 参照）

24 機能分離型と機能一体型とも「田んぼダム」効果を発揮するが、表-4.7.8 に示すとおり、それぞ
25 れ特徴があることから、排水柵や取組に要する負担等の条件を踏まえて適切な流出量調整器具を選
26 定することが重要となる。

27 また、田んぼダムを導入する地区で排水路の暗渠化を計画する場合も、排水路の下流接続部の流
28 下能力も踏まえつつ、計画排水量に基づく施設規模を検討する。

表-4.7.8 機能分離型と機能一体型の概要⁶⁾

	機能分離型	機能一体型
概要図		
例		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな降雨では流出抑制機能を発揮せず、大きな降雨で機能が現れる。 ・機能一体型よりも短時間で排水できる。 ・既存の排水樹に設置ができない場合があり、対応するには排水樹の交換、または設置可能な器具（例えば、スリットが1本の樹、溝のない樹や未整備圃場に対応した器具等）の選定が必要である。 ・非湛水期においても流出量抑制機能が継続するため、一定規模以上の降雨が発生した際には、田面が乾燥するまで時間を要する可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小さな降雨や初期降雨でも流出量抑制機能が発揮される。 ・機能分離型よりも排水に時間を要するため、水田に貯留される時間が長く、活着期から分けつ期の浅水管理時には、水位・流出量調整板の取り外しや高さ調整が必要な場合がある。 ・多くの場合、既存の排水樹に設置ができる。 ・非湛水期においては設置されない場合が多く、「田んぼダム」の効果が限定的で、一定規模以上の降雨があった場合は、水位・流出量調整板を取り外すため、「田んぼダム」なしの場合と同様になり、田面が乾燥するまでの時間が短い。

2 2 合流工（開水路）

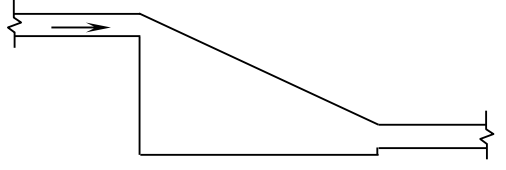
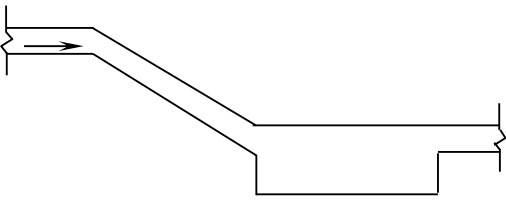
3 開水路の幹線と支線との合流工は、水理的かつ構造的に安全かつ経済的な施設となるよう設計しなければならぬ。また、支線水路と小排水路の流入は直角に取り付けるのが一般的であり、合流工には堰上げ背水等を考慮して流入・流出水路に10cm程度落差を設けるとよい。

1 3 落差工（開水路）

2 開水路における落差工の前後にはエネルギーが集中し、洗掘、崩壊等が発生しやすいため、十分な
3 延長の護岸を設置しなければならない。また、生物の移動の障害とならないよう環境との調和にも配
4 慮して決定する。

5 上流部の取付水路については、護岸の施工又は計画排水量が通水可能な断面とするのが望ましい。
6 一般的に使用されている落差工型式を表-4.7.9に示す。

7 表-4.7.9 一般的な落差工形式

	形 状	留 意 事 項
階段式 落差工		<ul style="list-style-type: none"> • 落差が小さい（1.0m 以下）場合に使用する。落差が大きい場合には、数箇所設置する。
シュート 式落差工		<ul style="list-style-type: none"> • 落差が大きい（1.0m 以上）場合に使用する。 • 流量が小さい場合にはプレキャストコンクリート製品を組み合わせた形状で対応できるが、流量が大きく落差が大きい場合には、シュート部は現場打ちコンクリート構造が望ましい。 • 静水部は、落差高及び流量に応じた延長とする。 • 設置部分の溝畔には、飛散対策のため護岸が必要である。

8 4 安全施設（開水路）

9 開水路における安全施設の設計は、4.6.4 開水路の設計に準じて行う。

10 5 管理施設（管路）

11 (1) 除塵施設

12 管路の機能を安全に維持管理するため、管路内に土砂が堆積しないような流速を確保できる構造
13 にする。流速を確保できる構造にできない場合、フラッシュゲートを設け、用排接続により堆積土砂
14 をフラッシングさせるなどの対策を行う（【事例】用排接続による堆積土砂のフラッシング 参照）。
15 また、刈草等のごみが詰まらないような対策が必要となる。このため、原則として落水口に除塵スク
16 リーンを設置するものとする。

17 【事例】用排接続による堆積土砂のフラッシング

18 排水路内の堆積土砂をフラッシングさせたい場合には、用水路と排水路を連結させる方法も取られ
19 る。フラッシング時には、排水路の下流側ゲートを閉塞し、通常時は閉塞している用水路と排水路の連
20 結部のゲートを開放して排水路内に充水を行い、その後、下流側ゲートを開放することでポンプ圧送
21 せずとも堆積土砂をフラッシングさせることができる。



写真-4.7.1 既設水路と管路接続部のゲート

1
2

3 **【事例】** 落水口でのスクリーンの設置

4 ほ場内のごみ等が排水管路内に侵入し詰まらないよう、落水口にスクリーンを設置している。(写
5 真-4.7.2 参照)



写真-4.7.2 スクリーン付き落水口⁸⁾

6
7

8 (2) 監査柵 (管理孔)

9 埋設勾配を確保できない地区及び土砂等の流入が多い地区においては、点検、土砂の撤去及び清
10 掃等のため、管径の変化点や勾配が緩くなる方向の一定区間毎に監査柵を設置することが望ましい。
11 なお、その構造は、監査柵における管理方法を考慮したものとし、鉄筋コンクリート造りで人が出入
12 りできる大きさとした監査柵の例を以下に示す。(図-4.7.12 参照)

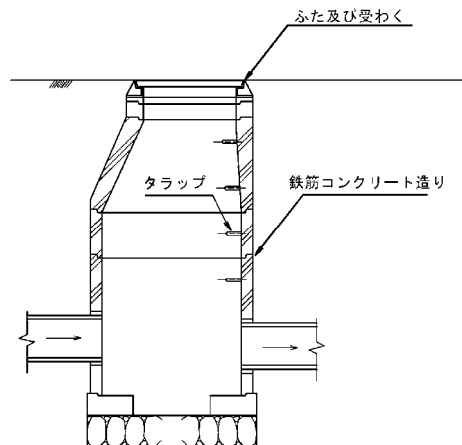


図-4.7.12 監査柵の例

13
14
15

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

引用・参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「ほ場整備（水田）」（平成 25 年 4 月）
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 計画「排水」（令和 7 年 4 月）
- 3) (公社) 日本道路協会：道路土工排水工指針（昭和 62 年 6 月）
- 4) 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」（平成 26 年 3 月）
- 5) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」（令和 3 年 6 月）
- 6) 農林水産省農村振興局：「田んぼダム」の手引き（令和 8 年 3 月）
- 7) 石井敦（2018）：真の低コスト稲作のための農地の利用集積・圃場整備と土地改良法の改正、土地と農業 48、p.26-42
- 8) 北海道開発局札幌開発建設部(2024)：岩見沢大願地区における大区画水田の設計・施工方法の統一化に向けた検討、北海道開発技術研究発表会論文

1 4.8 暗渠排水

暗渠排水の計画策定に当たっては、当該地区の現況排水状況、実施の目的、改良程度等を明らかにし、地区の実態に即した最適なものとしなければならない。なお、ほ場整備事業で取り扱う暗渠排水の検討に当たっては、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「暗渠排水」基準書・技術書（以下「計画基準「暗渠排水」」という。）に準拠する。

2 暗渠排水の目的は一般に次のとおりである。

- 3 ① ほ場の水管理を容易にし、作物の生育環境を良好にする。
- 4 ② 農作業の環境を改善し、農業機械の作業性を向上させる。
- 5 ③ 土壌の除塩を図る。
- 6 ④ 融雪促進、凍上防止、地温の上昇を図る。

7 水田においては①、②が主な目的であり、これによって汎用性を高め、畑作物や高収益作物の導入等
8 が可能となる。

9

10 4.8.1 計画暗渠排水量

計画暗渠排水量は、ほ場の土地利用形態（水田、畑等）に応じて決定する。

11 1 水田の場合の計画暗渠排水量の決定方法

12 水田の場合における計画暗渠排水量は 10～50mm/d の範囲とするが、20～30mm/d が標準的な値
13 である（表-4.8.1 参照）。

14

表-4.8.1 計画暗渠排水量の範囲（mm/d）

区 分	計画暗渠排水量
水 田	10～50 <標準値 20～30>
水田の畑利用	<標準値 30～50>
畑	<標準値 10～50>

15 類似地において実測した排水量－時間曲線から求めた暗渠総排水量(V)を用いて、T 日で排水する
16 のに必要な計画排水量(D)を $D = 3V/T$ により求めることができる。また、暗渠排水工の完了した近
17 傍地区等における値を参考とすることも、計画を作成する上で有効な手段と考えられる。

18 2 計画排水時間（地表残留水の排除日数）

19 水稲作の場合、農業機械の導入や適正な水管理のため、田面水は1～2日以内で排除可能でなくて
20 はならない（表-4.8.2 参照）。

1

表-4.8.2 地表残留水の排除日数

期 別	期 別 の 区 分	排 除 日 数
かんがい期	除草剤・液肥施用時	1～2日以内
	湛水直播芽干し時	1 〃
	中干し時	2～3 〃
	かんがい終了時	3～5 〃
非かんがい期 (雨水排除)	耕起・碎土作業期	1～3 〃
	乾田直播播種作業期	1～2 〃
	乾田直播発芽期	1～2 〃
	収穫作業期	1～2 〃
	秋耕作業期	3～5 〃

2 3 水田の畑利用及び畑の場合の計画暗渠排水量

3 水田の畑利用の場合は、30～50 mm/d が標準的な値である。

4 計画暗渠排水量を算出する場合の基礎となる計画基準雨量は 1/10 年確率の 4 時間雨量とし、これ
5 をおおむね 4 時間で地表排水及び地下排水により排除することを排水目標とする。6 また、計画基準雨量は、気象観測資料を用いて確率統計解析により得られた実績降雨に基づく確率
7 降雨量（1/10 年確率の 4 時間雨量）に、気温上昇時の気候予測資料により求めた降雨量変化倍率（過
8 去実験値と将来実験値の各確率降雨量の比）を乗じることを基本とし推定する。なお、気候予測資料
9 は全国 5 km メッシュアンサンブル気候予測データを使用する。

10 なお、計画基準雨量の算定については計画基準「排水」を参照する。

13 4 単位計画排水量

14 (1)、(2) に基づき、単位計画排水量は式(4.8.1)によって求められる。

$$15 \quad q = \frac{D \times 10^{-3} \times 10^4 \times 10^3}{T \times 8.64 \times 10^4} = 0.1157D/T \dots\dots\dots(4.8.1)$$

16 ここに、 q ：単位計画排水量 ($\ell/s \cdot ha$)17 D ：計画暗渠排水量 (mm/d)18 T ：排除日数 (d)

19

20 4.8.2 計画地下水位

整備目標の基本的な指標となる計画地下水位は、作物の生育や土壌の物理性と密接な関係があり、農業機械の走行に必要な地耐力の確保、土地利用形態等を考慮して決定する。

21 1 作物生育と地下水位

22 各種の試験結果によると、整備目標の基本的な指標となる、作物生育にとって望ましい土地利用区
23 分別地下水位（計画地下水位）は表-4.8.3 に示すとおりである。なお、地下かんがいを計画する場
24 合の地下水位は、作付作物に応じて別途考慮する。

1 2 地耐力と地下水位

2 水田において、農業機械の走行作業時に必要な地耐力として、コーン指数 390kN/m² 以上（地表面
3 下 15cm までの間を 5 cm ごとに測定した 4 点平均）が必要とされる。地耐力は地下水位と密接な関
4 係があり、地下水位の低下は地耐力確保のための必要条件で、暗渠排水は地下水位低下を図る有効な
5 手段である。

6 表-4.8.3 土地利用区分別地下水位及び低下日数

土地利用形態	降雨後 2～3 日の 地下水位	常時地下水位 (降雨後 7 日以降)
水田（落水後）	地表面下 30～40cm	地表面下 40～50cm
畑	" 40～50cm	" 50～60cm
水田の畑利用		
そのほか（樹園地等）	" 50～60cm	" 60～100cm

7

8 4.8.3 暗渠排水組織

暗渠排水組織は、排水がより迅速に行えるとともに、将来の維持管理が容易となるよう十分に検討し決定する。また、ほ場外への排水の調節を行う単位をひとまとまりとして計画し、吸水渠、集水渠、水閘、排水口等の配置を検討する。

9 1 暗渠排水組織の構成要素

10 暗渠排水組織は、一般に吸水渠、集水渠、水閘及び排水口から構成される。このほか、必要に応じ
11 て吸水渠の上流端に管内清掃用として立上り管を設置する。また、水閘の代わりに強制排水を行う集
12 水槽・ポンプ、小排水路末端のゲートやポンプ、管排水路にマンホール等を設ける場合もある。

13 暗渠排水組織等の基本概念図は、図-4.8.1 のとおりである。

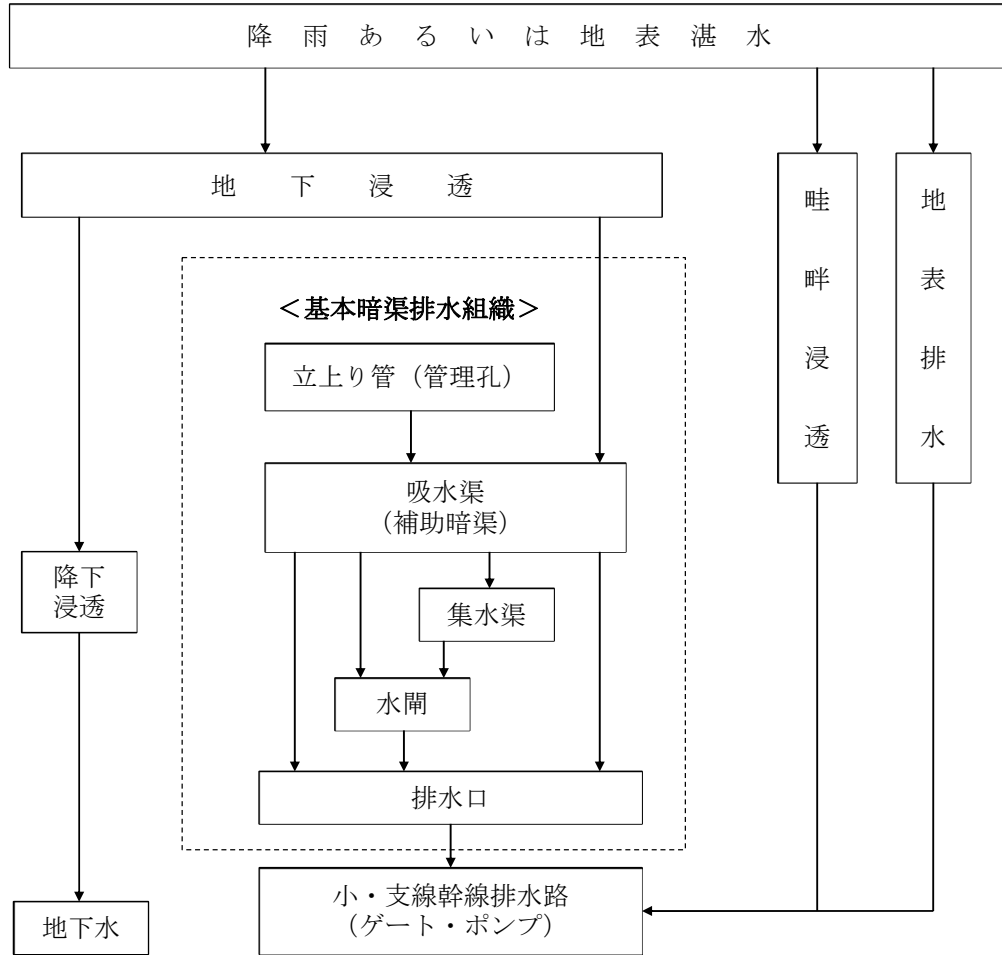


図-4.8.1 暗渠排水組織等の基本概念図

1
2

3 2 吸水渠

4 吸水渠は、地表残留水や過剰な土壌中の重力水を捕捉し、集水渠に導くものである。その構造は、
5 吸水管及び疎水材から構成されるものを基本とするが、吸水管のみが単独で施工される場合もある。
6 また、暗渠資材である吸水管や疎水材を用いない暗渠、吸水管又は疎水材のみを用いる暗渠について
7 は、補助暗渠として本暗渠と組み合わせて計画される。

8 3 集水渠

9 集水渠は、吸水渠により集められた水を排水口まで導水するものであり、吸水渠の水を遅滞なく排
10 除し調節（抑制）する機能を備える。集水渠は、吸水渠の下流端（集水渠との合流点）を連ねること
11 を原則とし、数本の吸水管によって吸水された排水を処理するため、所要の通水能力を持たせる必要
12 がある。また、集水渠の敷設勾配を適正なものにするため、排水路の水位が高い場合には、吸水管の
13 下流端の高さを規制することもある。

14 設計上の主な留意点は、次のとおりである。

- 15 ① 地形が平坦で集水渠の勾配が過小となる場合や排水改良に伴い地盤沈下が予想される場合に
16 は、集水渠を明渠とすることがある。この場合は吸水渠を直接排水路に接続する形態（直接排
17 水方式）となる。

- 1 ② 吸水渠の合流点には分岐管を用い、両側から集水する場合は合流点をずらすことが必要である。
2 ③ 集水渠の管径を算定する場合、 Manning式の動水勾配は、集水渠の平均敷設勾配とする。また、
3 集水渠の勾配が著しく変化する箇所や集水渠が合流する箇所が生じる場合及び落差工を要す
4 る場合は、マンホールを設けて流勢の減殺及び土砂の沈殿を図る。
5 ④ 大区画水田において集水渠排水方式を採用する場合、ほ区全体の吸水渠を束ねた集水渠では、
6 集水管が極端に大きくなる場合もある。このため、その経費や管理の難易等を総合的に検討し、
7 30～50a を単位として処理する方法や両側へ排水する方法等も検討することが望ましい。ただ
8 し、小排水路の暗渠化と農道ターン方式を採用する場合には、水閘の管理や農業機械の作業性
9 の面から集水渠排水方式を採用する。

10 4 水閘

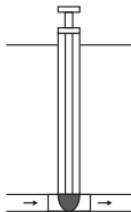
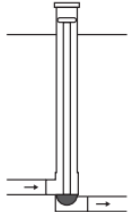

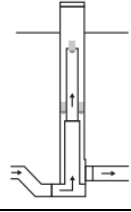
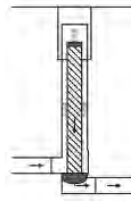
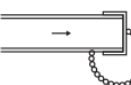
11 水閘は、地下水位の調節、逆流防止、管内土砂等の清掃等に用いる施設で、集水渠の途中又は末端
12 に設置される。

13 (1) 水閘の形式

14 水閘は、堅管式と水栓式に大別される。堅管式の水閘は、吸水管又は集水管に垂直に設置した管を
15 通じて暗渠の開閉操作を行うもので、一般に畦畔に設けられる。一方、水栓式の水閘は、暗渠の排水
16 口に水栓式のキャップを設置し、その開閉操作によって暗渠排水量を調節するものである。各々の
17 経済性、操作性、暗渠管の清掃の難易等を総合的に検討して選定することが必要である。

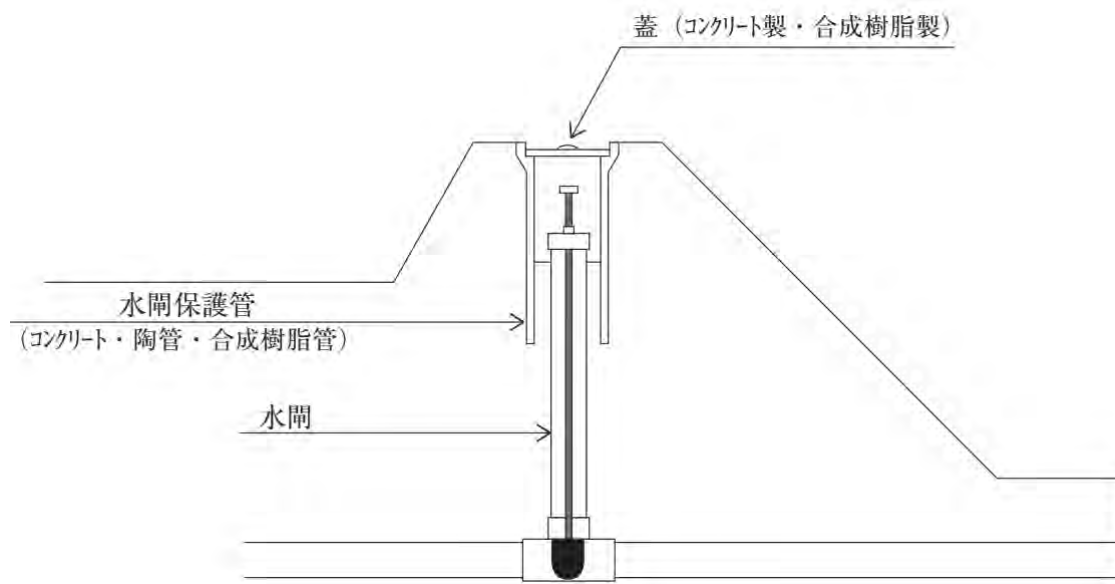
18 各水閘の特徴を表-4.8.4 に示す。

表-4.8.4 各水閘の特徴

区分	標準構造図	設置場所	材質	操作方法	特徴	
堅管式	水閘		塩化ビニル製	<ul style="list-style-type: none"> 止水栓の開閉は、差し込み又はねじ込みにより行う。 水位調整孔の調節は、孔の開閉により行う。 水位調整器の調整は、中筒の上下により行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の水田に繋がる暗渠においても、途中で止水ができる。 水位調整機能付水閘は、水稻栽培時の深水や畑地利用時等の地下水水位調整ができる。 収納機能付水閘は、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等の障害にならない。 収納機能付水閘以外は、立上り部が地上に出ているため、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等による破損に注意しなければならない。 水栓式と比べてコストが高い。 	
		主に水平整合管所に使用				
		主に傾斜地の中間に使用				
	水位調整機能付水閘					水位の定位制御を要する箇所に使用
						水位調整が無段階で可能。田面から+20～-30cm
		水位調整が無段階で可能。田面から+20～-30cm (収納機能付)				
水栓式	キャップ水閘		暗渠末端の排水口に使用	<ul style="list-style-type: none"> 塩化ビニル製 ポリエチレン製 	<ul style="list-style-type: none"> ねじ込み式でキャップの開閉により操作する。 	<ul style="list-style-type: none"> 排水路まで降りて操作する必要があり、操作が困難な場合がある。 キャップ部が排水路から飛び出ている場合は、ごみが絡まり、通水障害を起こすおそれがある。 鎖、パッキンがとれやすい。 補修が容易である。 堅管式と比べてコストが安い。

1 (2) 水閘の設置位置

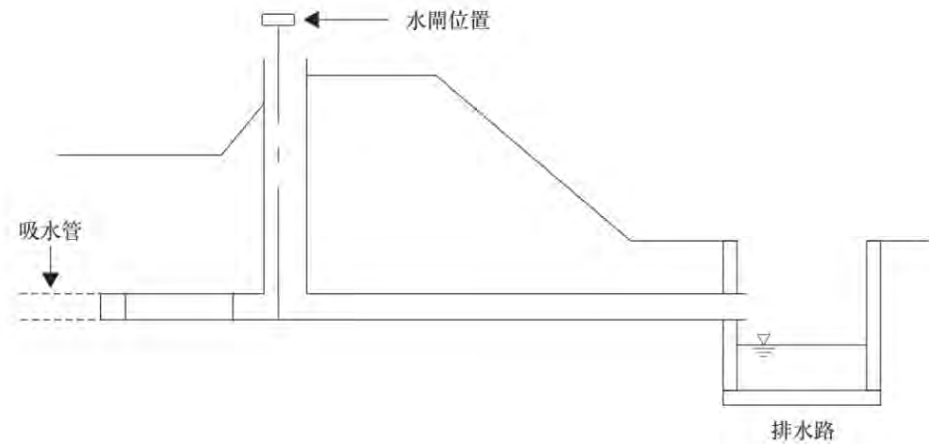
- 2 ① 水閘は排水の調節を一括して行う単位面積ごとに設けられるが、継続した水田の畑利用が進め
3 られる場合には、耕区ごとに排水調節が必要となるため、耕区単位に水閘を設置するのが一般
4 的である。
- 5 ② 堅管式水閘は、農業機械との接触や草刈り等の畦畔管理によって破損、損傷する事例が多い。
6 したがって、対応策としては、担い手への注意喚起とともに、農業機械の走行に支障のない位
7 置への設置、地上部にコンクリート管等の保護管 (図-4.8.2 参照) を設けること、また、地上
8 部に出さない構造とするなどの工夫も有効である。小排水路の暗渠化や農道ターン方式を採用
9 する場合においては、水閘は堅管式を用いて隣接水田との畦畔に設けるなど、水閘の管理や農
10 業機械の作業性から検討する必要がある。
- 11 ③ 水閘の保護管には、陶管、合成樹脂管、コンクリート管等を使用することが多い。合成樹脂管
12 の水閘の場合には、日光等による劣化のおそれや、積雪 (冬期間水閘を開放する場合) による
13 止水棒の破損のおそれがあるので、保護管に蓋を設けることも必要である。
- 14 ④ 水閘は、設置位置が排水路、耕作道の脇又は畦畔上であることから、その前後に吸水孔のない
15 管を用いる (図-4.8.3 参照)。
- 16



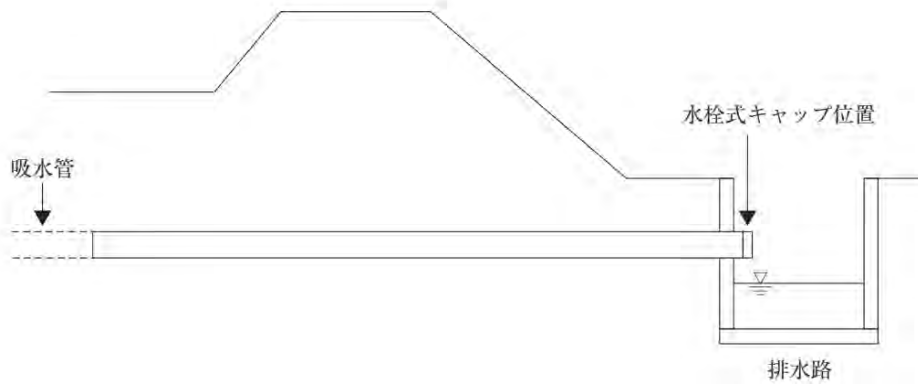
17 図-4.8.2 水閘保護管

18

19



(a) 堅管式水閘



(b) 水栓式水閘

図-4.8.3 水閘の設置例

5 立上り管（管理孔）及びマンホール

立上り管（管理孔）及びマンホールは、必要に応じて設置する。

- ① 立上り管（管理孔）は、吸水管の目詰まりや土砂等の堆積が生じたとき、管から注水して清掃を行うほか、吸水管及び集水管の給排気を行う機能を有する。立上り管の設置位置は、営農上支障とならない道路、水路の法面、畦畔等とする（図-4.8.4、図-4.8.5 参照）。
- ② マンホールは、集水渠の延長が長くなる場合、水勢の減殺、沈砂及び管路の点検を主たる目的として、管の合流点、管の勾配が急変する箇所等に設ける。なお、水閘と同様に、排水の調節を行う場合もある（図-4.8.6 参照）。

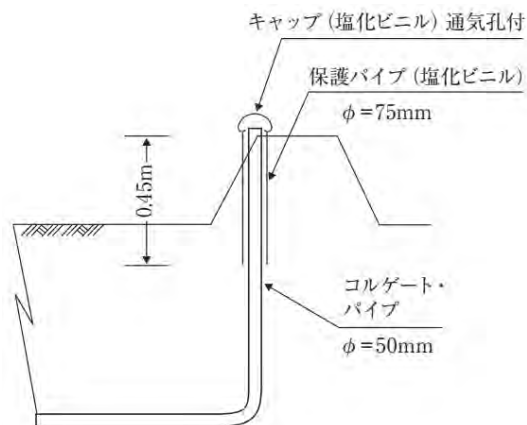


図-4.8.4 吸水渠における立上り管の施工例

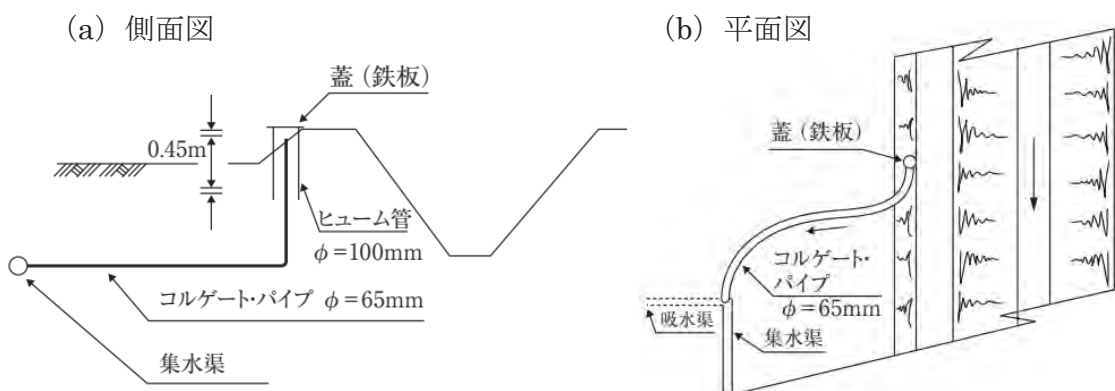


図-4.8.5 集水渠における立上り管の施工例

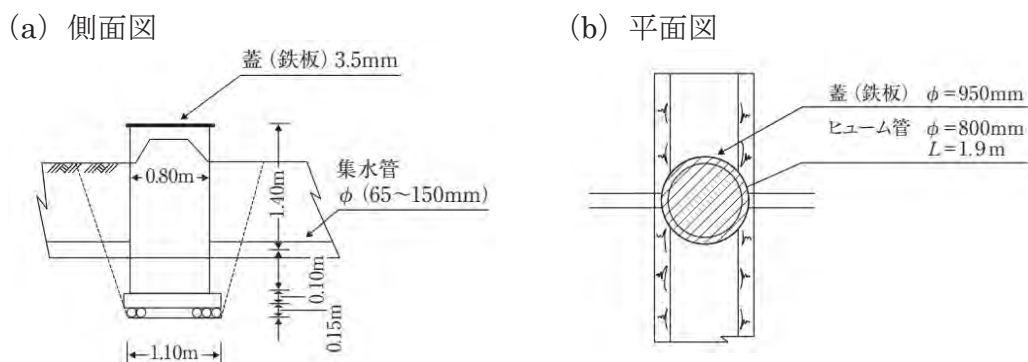
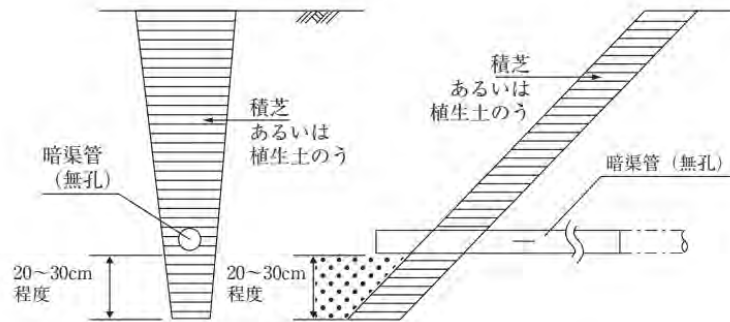


図-4.8.6 マンホールの施工例

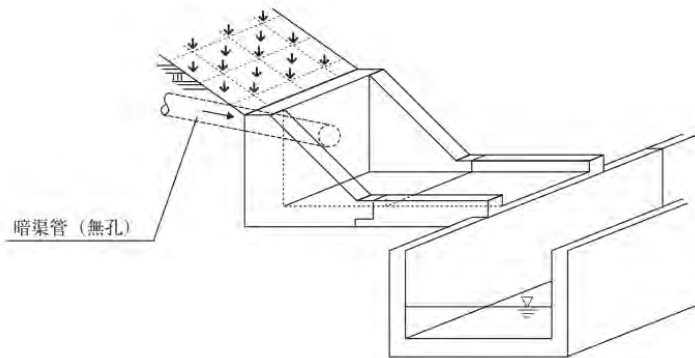
6 排水口

- ① 排水口は、吸水渠又は集水渠からの排水を排水路、河川等へ吐出させる施設であり、排水路、河川等の平常時の水位よりも高い位置に設けるのが望ましく、排水路等を損傷しない形状及び構造とする。また、洪水時又は外水位の上昇時にごみ又は泥土の流入が予測される場合には、逆流防止弁等を設けることも検討する。
- ② 一般に、排水口下端の高さは、幹線排水路等においてはかんがい期の常時流量の水位から少な

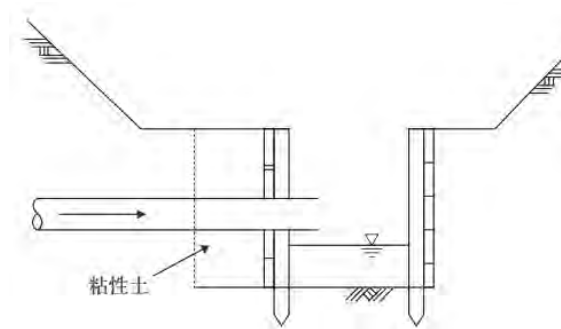
- 1 くとも 5 cm 以上高くし、小排水路等では水路底より 20~30cm 程度高くして、排水口が水面
 2 下に没することのないよう配慮する。
- 3 ③ 排水口の周辺部は特に入念に埋戻し、突固め、土羽打ちを行い、排水路本線の流水又はほ場の
 4 湛水によって崩壊しないようにする。排水口を幹・支線排水路や河川等に設置する場合、排水
 5 口付近に護岸工が必要な場合もある（図-4.8.7 参照）。
- 6



(a) 小排水路の排水口



(b) コンクリート排水口



(c) コンクリート柵板の排水口

図-4.8.7 排水口の構造例

1 4.8.4 暗渠配置

吸水渠の配列方向、水閘等の暗渠排水施設の配置は、排水がより迅速に行えるとともに、排水機能がより長期間維持し得るよう十分検討し決定する。水田又は田畑輪換田における暗渠排水施設は、地下排水の調節が容易に行えるようにその配置を決定する。

2 1 吸水渠の配置

3 暗渠排水管の配置方式は、等高線に対してどのように渠線を配置するかにより、横走式、縦走式及
4 びそれらの中間的な斜走式に区分される（図-4.8.8 参照）。

5 (1) 横走式

6 ほぼ等高線沿いに渠線を配置して、傾斜方向に流れている排水路に導く方式である。

7 ほぼ場整備後の水田は、形状や排水路の位置がこの方式に合致する場合が多く、また一耕区ごとの
8 水閘の開閉を考慮して、ほとんどがこの配置となっている。この方式では、各々の水脈と直交しなが
9 ら捕水するので、水の流れとしては、水脈から集水渠、排水路へと方向が 90° 変わるため、吸水渠
10 に勾配がない（1/600 程度未満）場合は集水しにくい。

11 (2) 縦走式

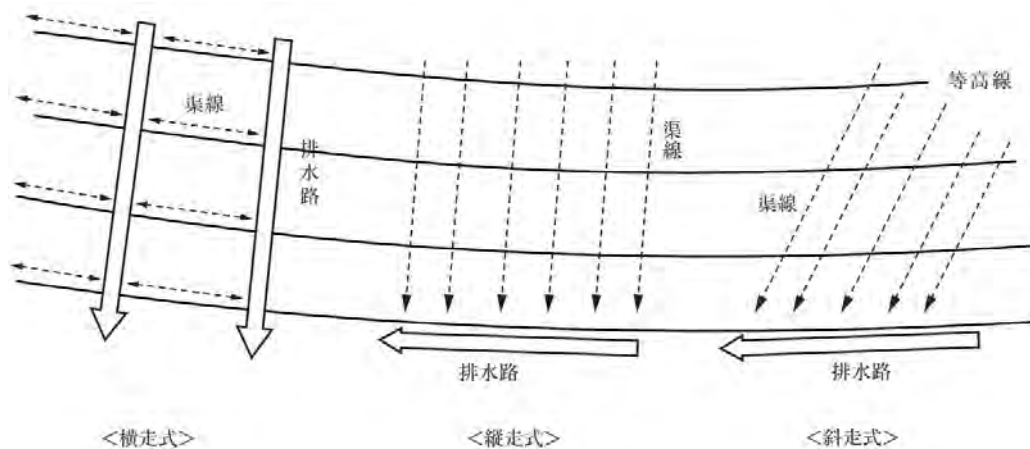
12 渠線を等高線に対して直角に、すなわち地下水、浸透水の流れの方向に配置する方式である。

13 この方式では、「地下水→集水→排水」という過程において自然流下の助けを得やすく有利である
14 が、水脈が渠線と並行して走るため、吸水渠が浸透水を十分に捕らえるには相当な距離が必要であ
15 る。また、傾斜地で難透水性ではない土壌の場合等においては、かえって水みちが発達しすぎてしま
16 い、土砂の流失や侵食を誘発するおそれがある。

17 (3) 斜走式

18 渠線が等高線を斜めに降りていく方式で、地下水の流れに交差していることから、地下水吸水の
19 効果が期待できる。しかし、縦走式と同様、ほぼ場整備後の水田の場合等では一耕区ごとの管理が行え
20 ないため、特に地形的に適切な場合以外は用いられず、畑や樹園地等で適用されることが多い。

21



22

23

24

図-4.8.8 配置方式の分類

1 2 暗渠排水の調節方式

2 暗渠排水からの排水の調節方式については、計画基準「暗渠排水」を参照する。

3 3 暗渠配置の関連事項

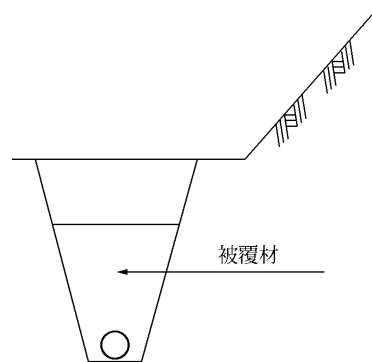
4 (1) 地表排水との関連

5 地表水の排除においては、地表排水と地下排水は密接に関係するが、地下排水は地表排水に比べ
6 排水速度が極めて遅いという特徴を有する。したがって、地表排水の強化により、暗渠排水の負担を
7 減じ、迅速な排水を促すことが期待できる。

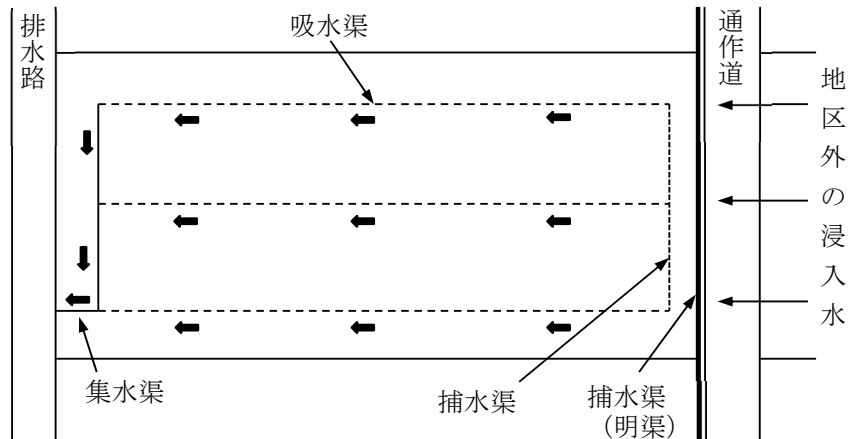
8 (2) 捕水渠

9 地区外からの浸入水を遮断するため、必要に応じて図-4.8.9 及び図-4.8.10 のような捕水渠を設
10 ける。浸入水は地表水が量的にも多いので、捕水渠は明渠とすることが多い。

11 ほ場整備事業の中で実施する場合には、用水路、排水路又は道路側溝等に捕水渠の機能を兼ねさ
12 せることが有効である。



13 図-4.8.9 捕水渠の断面



16 図-4.8.10 捕水渠、吸水渠、集水渠の配置例

1 (3) 吸水渠

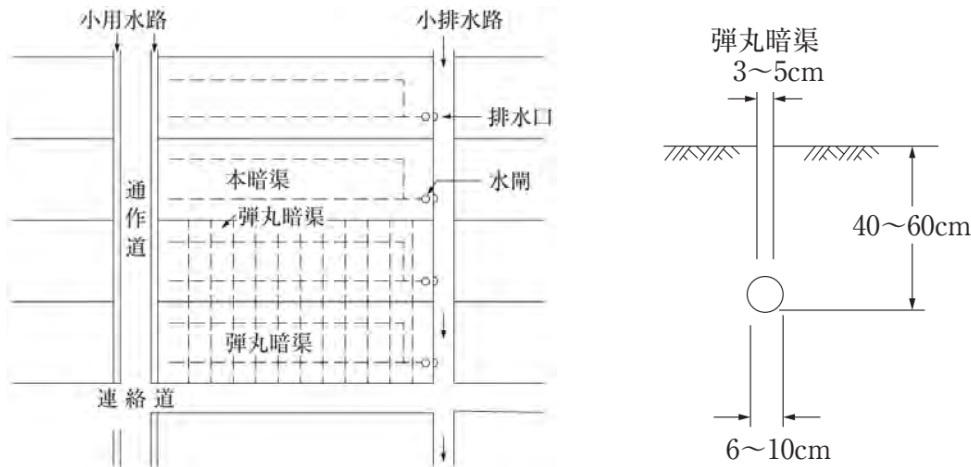
2 吸水渠が、道路又は用水路と交差することはなるべく避ける。集水渠もできるだけ交差を避ける
3 配置とする。暗渠が道路又は用水路を横断する部分は、無孔管を鞘管で覆うなどして強固な構造と
4 し、横断の前後、少なくとも一方（原則として下流側）にマンホールを設ける。

5 用水路や浅い排水路から不要な透水を受けないよう吸水渠の配置には注意を払う必要がある。ま
6 た、排水路の排水効果の及ぶ範囲と重複しない配置とする。

7 (4) 補充工事

8 ほ場内には、地形や上層の状態により特殊な排水不良箇所を生じていることがある。踏査により
9 発見される、又は予測される特異部分については、これを考慮して暗渠（吸水渠）の配置を行うが、
10 工事後に発見された排水不良箇所については補充工事を行って処理する。このため、暗渠は補充工
11 事として吸水渠への接合が可能な構造としておくとともに、埋設標識等により設置位置を見つけや
12 すいようにしておくことが必要である。

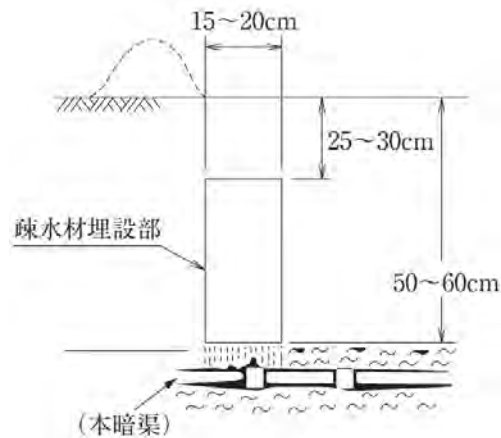
- 13 ① 難透水性土壌の場合には、**図-4.8.11** のような弾丸暗渠等の補助暗渠を組み合わせた暗渠組織
14 とする。
15 ② 局部的地表滞水の処理対策として、**図-4.8.12** のような疎水材埋設暗渠を本暗渠（吸水管）と
16 直角方向に配置すると効果的である。



17

18

図-4.8.11 本暗渠と補助暗渠の組合せ設置例



19

20

図-4.8.12 疎水材埋設暗渠

1 (5) 大区画水田における暗渠排水組織

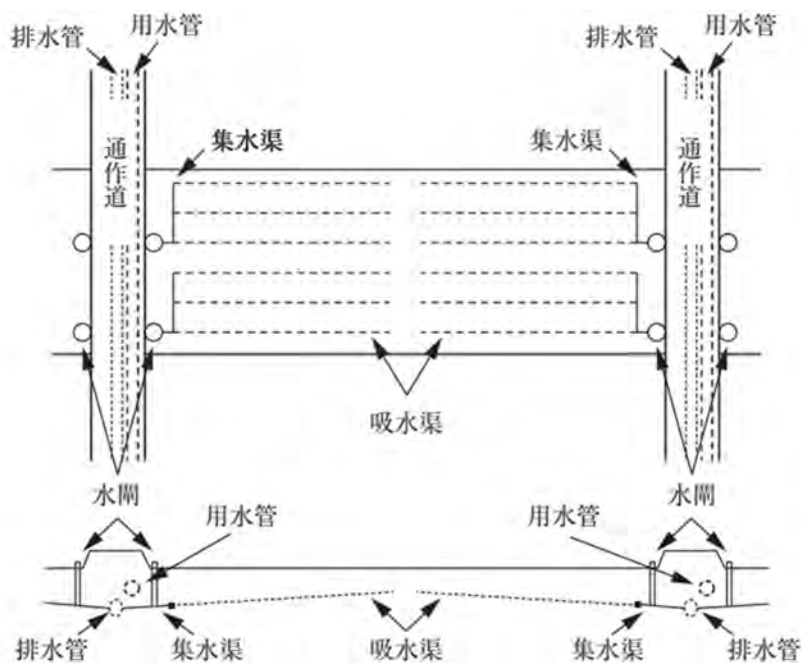
2 担い手等の農作業の負担軽減・安全確保や、営農形態の変化に対応した水利用の高度化を図るため、大区画化等に伴う施設の合理化に加え、地下かんがいの導入等が進んでいる。

3
4 ① 水田の大区画化に伴い、環境条件によって暗渠排水組織を検討することになるが、主に図-
5 4.8.13 及び図-4.8.14 のような暗渠排水組織で計画されている。

6 ② 図-4.8.13 のように、ほ場間にある小排水路を通作道下に暗渠化し、両側排水することで吸水
7 渠の延長が短くなり、乗用トラクタ等の機械作業時に障害となる水閘、地表排水口等を整理統
8 合することが可能である。また、暗渠化により地上部が水田又は道路に利用でき、ほ場整備に
9 による敷地の有効活用が図られる。さらに、暗渠排水組織と組み合わせて地下かんがいの給水路
10 として利用することも可能である。

11 ③ 図-4.8.14 のように片側へ排水する場合には、大区画化に伴い管の延長が長くなることで、暗
12 渠の排水口がより低くなり、深い排水路が必要となる。暗渠の勾配を水平（計画基準「暗渠排
13 水」 技術書 P159 参照）にすることで暗渠の排水口位置を高くし、暗渠や排水路整備の低コ
14 スト化や、地形的に暗渠施工が困難な地域においても整備が可能となる。また、一般的な暗渠
15 （勾配 1/500）と水平暗渠の降雨に対する地下水位調査の事例では、排水状況に大きな違いは
16 みられない（図-4.8.15 参照）。

17 ④ 大区画水田では暗渠管の延長が長くなることから、管が閉塞した際のフラッシングが困難にな
18 る。そのため、管が閉塞しないように疎水材の素材を十分に考慮し、長期に渡って土砂の流入
19 を防ぐ必要がある。



20
21 図-4.8.13 主な大区画水田の暗渠排水組織（両側へ排水する場合）
22

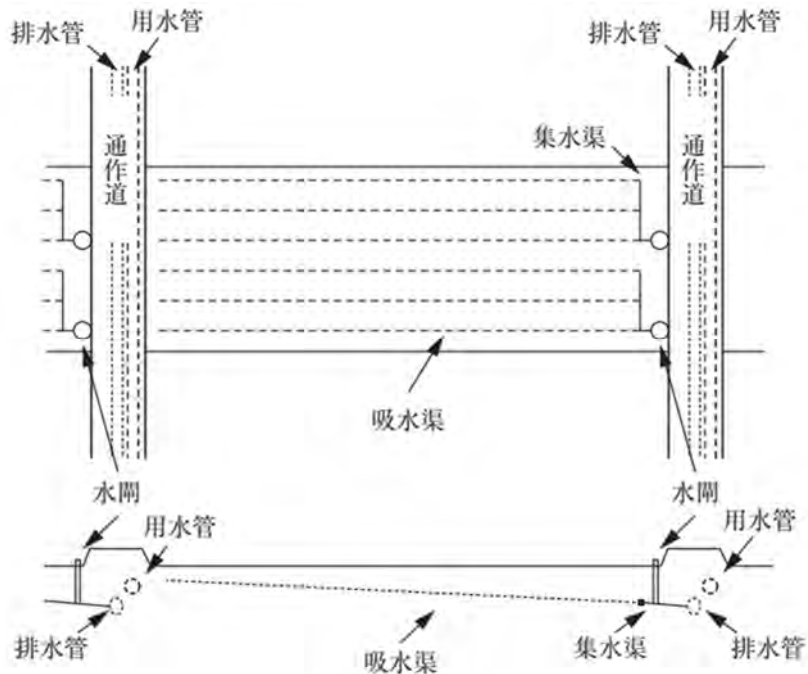
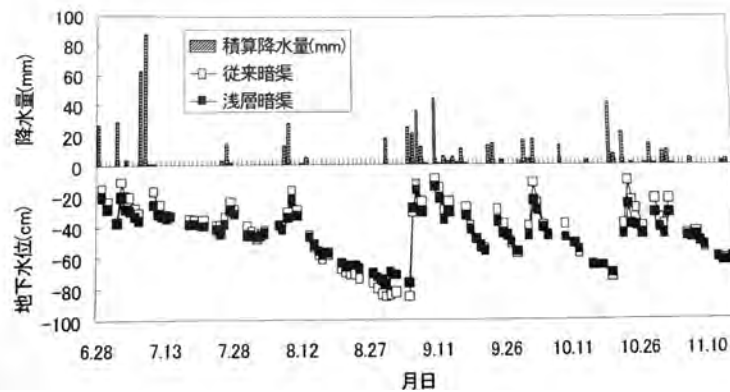


図-4.8.14 主な大区画水田の暗渠排水組織
(片側へ長尺な吸水渠で排水する場合)



一般的な暗渠は勾配 1/500 で深さ -60 ~ 80cm に吸水管を埋設。水平暗渠は無勾配で深さ -50cm に埋設。

図-4.8.15 一般的な暗渠（勾配 1/500）と水平暗渠の排水状況

4.8.5 暗渠の水理計算

暗渠の水理設計に当たっては、土性、疎水材等を勘察し、将来の維持管理に支障がないよう配慮する必要がある。暗渠管の管径は、その管路が受けもつ計画暗渠排水量と管の敷設勾配及び管内の粗度係数から、管内の流れを等流として算定する。

1 管径

暗渠管の最小管径は、50mm（断面が円形でない暗渠の場合には、管径 50mm の管が有する断面積 (19.6cm²)と同等の断面積)を標準とするが、排水・環境条件や地域の実情等を十分に考慮し決定する。

また、管径は管内での土砂等の沈積、水あかの付着等による管断面の縮小を考慮し、計画流量を管

1 径の70%程度の水深で流し得るように決定することが望ましい。

2 2 勾配

3 暗渠管（吸水管及び集水管）の敷設勾配は、整地されたほ場の勾配、落口となる排水路の深さ、暗
4 渠管の埋設深に大きく支配される。暗渠管の敷設勾配は、1/100～1/1,000 程度を標準とする。ただし、
5 浅埋設暗渠や地下かんがいを実施する場合において、無勾配とすることもある。

6 3 水理計算

7 (1) 管内流速

8 管内の平均流速は、管周辺土砂の吸出し及び泥土の堆積が生じない流速を確保することを考慮し、
9 一般には 0.2～0.5m/s の範囲を確保することが望ましく、0.3m/s を標準とする。集水管は、吸水渠
10 から集水された水を速やかに排出する導水管的役割を主として担うため、集水管内の平均流速は、
11 吸水管内の平均流速より 1.5 倍程度高める必要がある。

12 平均流速は、管内の流れを等流として式(4.8.2)のマニング式に従って流下するものと仮定する。

13
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (4.8.2)$$

- 14 ここに、V：流速 (m/s)
- 15 n：粗度係数 (表-4.8.5 参照)
- 16 R：径深 (m) (=A/S)
- 17 A：断面積 (m²)
- 18 S：潤辺 (m)
- 19 I：敷設勾配

20 表-4.8.5 暗渠管の粗度係数

管 種	粗度係数 n ^{注)}
本焼土管 (陶管)	0.012
素焼土管	0.013
合成樹脂管 (内面平滑)	0.012
合成樹脂管 (内面波状)	0.016

21 注 1) 吸入孔の酸化物付着状況により n が増大する。
 22 2) 表に示す粗度係数は目安としている。

23 (2) 管径の選定

24 管径は、管内流速、管の敷設勾配、計画暗渠排水量を満足するように選定する。管内の流量及び流
25 速をマニング式により簡便に計算する場合に使用する係数 α 及び β は、表-4.8.6 に示すとおりであ
26 る。

27
$$Q = D \cdot A = \frac{m \cdot D \cdot S \cdot L}{(8.64 \times 10^7)} \dots\dots\dots (4.8.3)$$

28
$$Q = \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{d}{2} \right]^{8/3} \cdot I^{1/2} \cdot \alpha \dots\dots\dots (4.8.4)$$

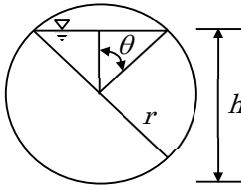
1
$$V = \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{d}{2} \right]^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \beta \dots\dots\dots (4.8.5)$$

- 2 ここに、 Q : 排水量 (m³/s)
 3 D : 計画暗渠排水量 (mm/d)
 4 A : 集水管の支配面積 (m²)
 5 S : 暗渠間隔 (m)
 6 L : 吸水管の長さ (m)
 7 m : 集水管が支配する吸水管の数
 8 V : 管内流速 (m/s)
 9 n : 粗度係数
 10 d : 管の内径 (m)
 11 I : 敷設勾配

表-4.8.6 暗渠管の流量、流速計算表

$$Q = \frac{1}{n} \cdot r^{8/3} \cdot I^{1/2} \cdot \alpha \quad V = \frac{1}{n} \cdot r^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \beta$$

$$\alpha = \frac{(\pi - \theta + \sin \theta \cdot \cos \theta)^{5/3}}{[2(\pi - \theta)]^{2/3}}, \quad \beta = \left[\frac{\pi - \theta + \sin \theta \cdot \cos \theta}{2(\pi - \theta)} \right]^{2/3}$$

$h/2r$	α	β	備 考
0.50	0.98954	0.62996	Q =流量 (m ³ /s) r =管の半径 (m) n =粗度係数 I =勾配 V =流速 (m/s)
0.55	1.15917	0.65473	
0.60	1.32962	0.67558	
0.65	1.49699	0.69251	
0.70	1.65696	0.70541	
0.75	1.80468	0.71404	
0.80	1.93448	0.71799	
0.85	2.03932	0.71653	
0.90	2.10929	0.70827	
0.95	2.12655	0.68980	
1.00	1.97907	0.62996	

- 14
 15 4 留意事項
 16 ① 暗渠排水量は、土壌の透水性、土壌構造、営農方式と密接に関係し、最も推定の困難なもの
 17 の一つであるため、余裕をもたせて決定する必要がある。
 18 ② 特に大区画水田では管の延長が長く支配面積が大きくなり、排水口の高さの制限から敷設勾配
 19 が緩くなることで、不陸や管の閉塞等が起こりやすくなるため、より大きな管径について経済
 20 性も含め検討する必要がある。
 21

1 4.8.6 吸水渠の構造と材料

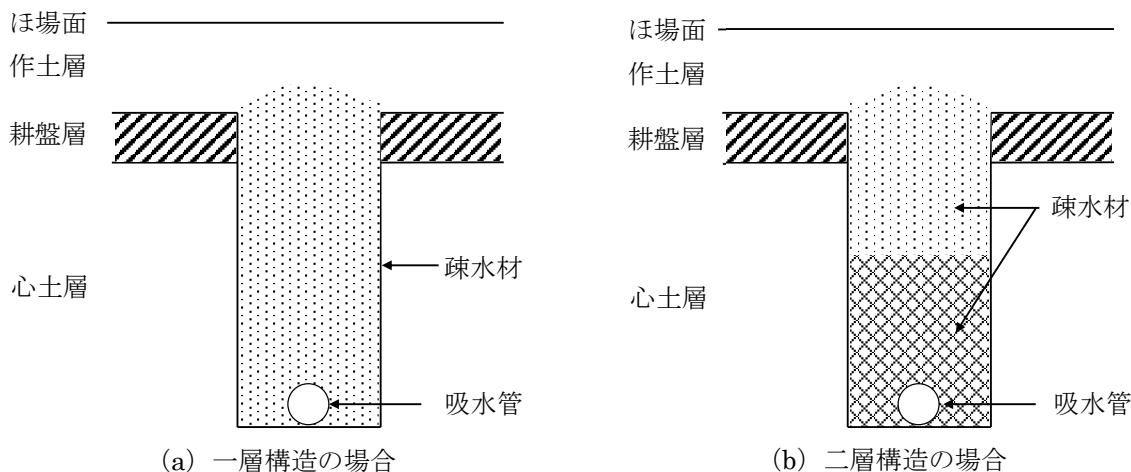
吸水渠の機能の良否と持続性が暗渠排水組織全体の機能を左右することから、吸水渠は疎水材を十分に充填した構造を基本とする。

2 1 吸水渠の構造と材料

3 (1) 吸水渠の構造

4 吸水渠の幅は、トレンチャによる掘削の場合は 15~20cm 程度、バックホウによる掘削の場合は
5 30~40cm 程度、非開削で土層を切り開く場合は 10~15cm 程度を目安とする。なお、疎水材は、入
6 手の難易等の地域の实情等を踏まえ、一層構造又は二層構造とする (図-4.8.16 参照)。暗渠溝は一
7 般的に一層構造で施工されているが、地域によっては、二層構造とすることで、埋戻し部の圧縮沈下
8 と表土層厚さの増加を防止して表土層内底部の経年的な耕盤化をできるだけ回避し、暗渠溝におけ
9 る鉛直下向きの排水の流れが維持されるよう暗渠溝幅や深さを工夫して施工している事例もある。

10 疎水材の厚さは、渠溝底から作土層に達するところまでで設計することが望ましいが、作土を埋
11 め戻した上を農業機械が走行した場合、踏み抜きの危険も伴うので、疎水材の材料、施工する上層の
12 性状を検討の上定める必要がある。



13 図-4.8.16 吸水渠構造の例

15 (2) 吸水管の材料の選定

16 吸水管は、必要な通水断面、強度、耐久性及び吸水性能を有し、施工性が良く経済的なものを選定
17 しなければならない。

18 代表的な吸水管の種類は表-4.8.7 に示すとおりであり、選定に当たっては下記の基本的事項を考
19 慮する必要がある。

- 20 ①耐圧力及び曲げ強度 (物理的強度) ②耐蝕性 (化学的強度) ③土壌の種類
21 ④不同沈下の有無 ⑤暗渠排水組織計画 ⑥施工方法 ⑦気象条件
22 ⑧資材入手の市場調査 ⑨経済性 ⑩工期

23

表-4.8.7 代表的な暗渠排水資材の特徴

管 種	概 要	特 徴
ポリエチレンコルゲート管 (合成樹脂管) 	<ul style="list-style-type: none"> 長さ4mの定尺又は長さ30~100m程度までの巻物。 吸水孔はコルゲート凹部の円周上。 吸水孔の面積がポリエチレンストレート管に比べ大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ポリエチレンストレート管に比べ耐圧強度が高い。 ポリエチレンストレート管に比べ吸水面積が大きい。 硬質ポリ塩化ビニル管に比べ低温に強い。 硬質ポリ塩化ビニル管に比べ軽量。 掘削同時埋設や引込み式埋設も可能(巻物の場合)。
ポリエチレンストレート管 (合成樹脂管) 	<ul style="list-style-type: none"> 長さ4m、口径50mm以上各種。 肉厚2mm以上。 吸水孔の面積15cm²/m以上で均等分布。 	<ul style="list-style-type: none"> 硬質ポリ塩化ビニル管に比べ低温に強い。 硬質ポリ塩化ビニル管に比べ軽量。
硬質ポリ塩化 ビニル管 (合成樹脂管) 	<ul style="list-style-type: none"> 長さ2.5m、4m。 各種肉厚1~2mm。 	<ul style="list-style-type: none"> 素焼土管に比べ軽量。 低温及び衝撃に弱い。
素焼土管 	<ul style="list-style-type: none"> 長さ30cm、45cm。 陶管又は素焼き土管。 	<ul style="list-style-type: none"> 主に管の継目から吸水。 やや重く、衝撃に注意。

2 (3) 疎水材の材料の選定

3 疎水材は、吸水渠の透水性の確保と吸水管への土砂の流入防止のフィルター機能を持ち、腐食し
 4 にくいものを選定しなければならない。これらの資材は、作物に有害な物質や、水質を汚染する物質
 5 を溶出するものであってはならない。

6 疎水材の種類は、有機資材と無機資材に大別される。疎水材としての適合条件としては、①透水性
 7 が良いこと、②安価であること、③透水性が持続するよう耐久性があること、④運搬等取扱いが容易
 8 であることなどがある。

9 一般には現場で短期間に大量に使用することになるため、現場付近で比較的容易に必要な量を入手
 10 できることが材料を選定する際の大きな要件となる。また、作土層に近い部分に使用する疎水材の
 11 選定に当たっては、深根性作物の栽培や耕種管理としての心土破碎の施工等、営農や補助暗渠の施

- 1 工等に十分配慮しなければならない。
 2 各種疎水材の特徴は、表-4.8.8 に示すとおりである。

3 表-4.8.8 疎水材の特徴

種類	概要	特徴	備考
モミガラ	入手の容易さ等もあり、全国的に最も多く使用されている材料である。	<ul style="list-style-type: none"> ・カントリーエレベーター、ライスセンター等から必要量を入手しやすい。 ・透水性が大きい。 ・地下水位変動が大きい場合（飽和状態と乾燥状態とが頻繁に相互する場合）は、腐食（疎水材としての機能が低下）しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域によっては、必要量の確保が困難な場合があることから、事前に土地改良区、JA等の供給者との調整が必要である。
木材チップ	地域によって入手が困難な場合もあり、他の材料との経済性を比較して使用を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・疎水材投入と疎水材の厚さ管理が行いやすい。 ・モミガラに比べ、腐食が進みづらく、耐久性に優れている。 ・地下水位の状況等により、腐食が進みやすい場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・北海道ではカラマツ等の木材チップの確保が容易で多く使用されている。地域によってはスギ間伐材を利用している例もある。
碎石	耐久性に優れ、入手が容易であり、他の材料との経済性を比較して使用を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ・耐久性に優れている。 ・目詰まりも少ない。 ・入手が容易である。 ・施工管理、品質管理が容易である。 ・単価が比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・5～40mm程度の材料（単粒度碎石等）を使用する。 ・碎石が作土に混入する可能性があるため、受益者の意向を確認しつつ、他の材料との経済性等の比較も必要。
その他の材料	貝殻、火山礫（ボラ等）、泥炭マット、瓦等がある。このほか、木炭、竹炭等のいわゆるバイオ炭が、ほ場からの温室効果ガスの削減に寄与する炭素貯留技術として注目されている。		

4 2 吸水渠の深さと間隔

5 (1) 吸水渠の深さ

6 吸水渠の深さは、計画地下水位（常時）に余裕深を加えた深さとする（式(4.8.6)）。水田の場合で
 7 50～60cm程度、水田の畑利用、畑等の場合で60～80cm程度を目安にする。

8
$$H = h + d \dots\dots\dots (4.8.6)$$

9 ここに、 H : 吸水渠の埋設深さ (m)

10 h : 計画地下水位 (m)

11 d : 余裕高 0.2～0.4 (m)

12 (難透水性土壌・軟弱な地盤 0.2、砂質土壌・砂礫等 0.4、これら以外の土壌 0.3)

13

1 **【参考】 浅埋設暗渠技術**

2 地下水位が高い低平地等において、水田汎用化には暗渠排水施設が不可欠であるが、排水路が浅い
3 などの現地条件により、前述の深さ（水田：50～60cm、畑利用：60～80cm）及び勾配（1/100～1/1,000）
4 を満足する暗渠を敷設できない水田も存在する。このような現地条件に対応するため、深さ 50cm 程
5 度で無勾配を含む、いわゆる浅埋設暗渠技術が開発され、一部地域で普及しており、本工法についても
6 採用を検討する。詳細については第5章**【参考】 コスト縮減に資する技術**に述べる。

7 **(2) 吸水渠の間隔**

8 吸水渠の間隔は、土壌の透水性、地形、土地利用形態等を勘案して、以下の方法により決定する。
9 詳細については、**計画基準「暗渠排水」**を参照する。

- 10 ① これから設計しようとする地区の近傍に土壌等の条件が同一の類似地があり、そこでの設計例
11 をもとにすることが適当であると判断される場合に、そこでの設計値を参考にする方法
- 12 ② 計画暗渠排水量、作土層の透水係数及び厚さから暗渠間隔決定式により算定する方法
- 13 ③ 類似地（既暗渠排水施工地）において、暗渠排水試験を実施し、その結果に基づいて算定する
14 方法

15 吸水渠間隔の下限値は 7.5m 程度とし、この下限値より間隔を小さくせざるを得ない場合は、本暗
16 渠と補助暗渠との組合せ暗渠を検討する。

17 **【参考】 暗渠間隔決定式による計算**

18 吸水渠の構造は図-4.8.17 に示すものとし、土壌の排水条件は透水層を作土層に限定し、耕盤より下
19 層の心土層を不透水層として、降雨は作土層を水平に流れて吸水渠に達するモデルを考える。この場
20 合、2本の吸水渠の中央で水面がちょうど地表面に接する定常排水を考えると、暗渠間隔 S は式(4.8.7)
21 と表される。

22
$$S = 2H \sqrt{\frac{k}{D}} \times 86.4 \dots\dots\dots (4.8.7)$$

- 23 ここに、 S ：吸水渠の間隔（m）
- 24 H ：作土層の厚さ（cm）
- 25 k ：吸水渠間隔決定のための透水係数（cm/s）
- 26 D ：計画暗渠排水量（mm/d）

27 ※定数 86.4 は単位換算係数である。 H は 10～20cm 程度、 D は水田の場合 10～50mm/d の範囲で 20～30mm/d が標準的
28 な値である。

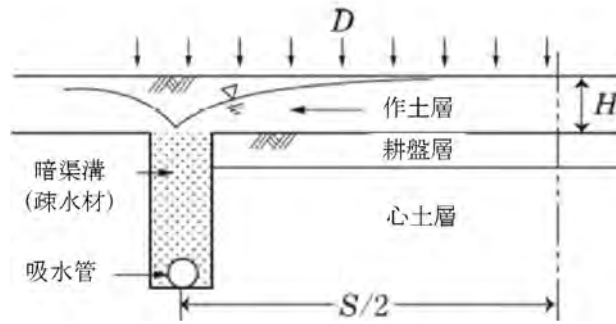


図-4.8.17 吸水渠構造の例

4.8.7 地下かんがい

地下かんがいは、地下水位を上昇させることによって作土層に給水したり、毛管上昇作用により作土層の水分を増加させる給水方式である。地下かんがいの実施に当たっては、地下かんがいに適した地形、土壌や水理条件が求められるため、計画に際しては、これらについても十分に調査・把握をしておかなければならない。

1 地下かんがいの概要

(1) 地下かんがいの分類

ア 用水利用型

水閘を閉め給水量で調整する方式で、自然圧方式と圧送方式に区分される。

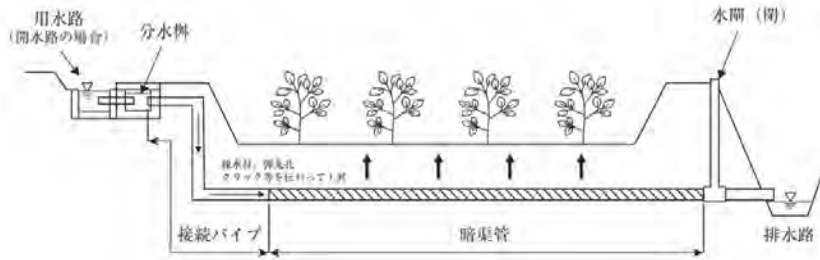


図-4.8.18 用水利用型

イ 用水利用型 (地下水位制御)

水閘等に地下水位の調整機能を設けることで、ほ場内の地下水位を制御する方式である。

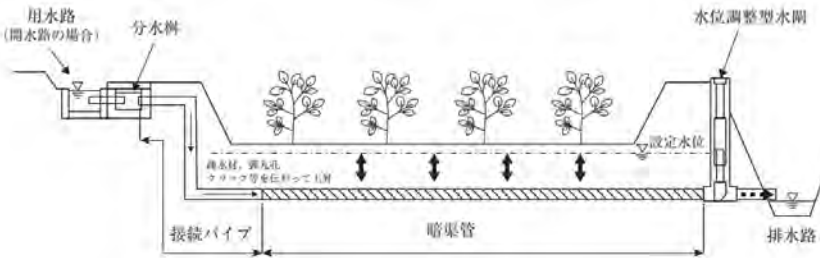
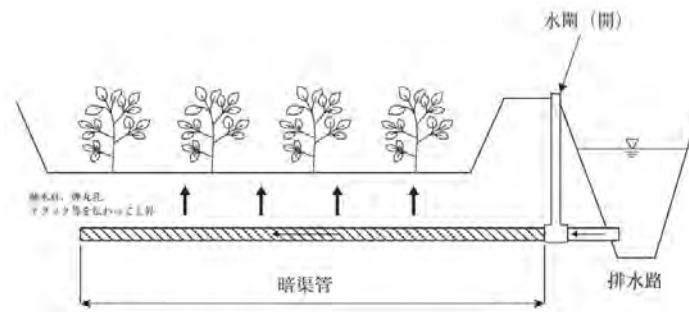


図-4.8.19 用水利用型 (地下水位制御型)

1 ウ 排水利用型

2 排水路の水位を堰上げて、水位上昇による自然水圧で排水路から暗渠排水に下流から逆流させて
3 かんがいする方式である。



4
5
6 図-4.8.20 排水利用型

7 (2) 導入効果

- 8 ① 地表かんがいと併用することで、均一なかん水が容易になる。また、地下水位制御機能がある
9 場合、土壤水分をある程度調整できるため、乾湿状態が一様になり発芽・苗立ちが均一化し、
10 乾田直播栽培の導入が容易になるなど、営農労力の軽減に寄与する。
- 11 ② 転作時、地下水位を制御し一定に保つことで、モミガラ等の疎水材の腐食の防止が期待できる。
- 12 ③ 暗渠排水組織をかんがいにも利用することで、施設の有効利用が図られる。また、地下かんが
13 い機能は暗渠管内の洗浄(4.8.9 維持管理 参照)にも活用でき、暗渠の長寿命化を図ることが
14 できる。

15 2 適地とその条件

16 地下かんがいの実施に当たっては、地下かんがいに効果的な地形、土壌及び水理条件が求められる
17 ため、十分な調査を行い適地を選定する必要がある。

18 (1) 地形条件

19 一般に、平坦な水田地帯では暗渠管下の浸透が、また、傾斜地の水田地帯では畦畔を横切って下部
20 の水田へ至る浸透が、地下かんがいの効果や効率性に影響する主要な要因と考えられる。特に、隣接
21 ほ場との間に段差があると水の流出移動が生じることから、ほ場間の段差を少なくするとともに、
22 ほ区単位で栽培する作物を団地化することが望ましい。ほ場間の段差や畦畔からの浸透が大きい場
23 合には、遮水シートの活用や畦塗り等の対策が効果的である。

24 (2) 土壌条件

25 地下かんがいは、敷設した暗渠管から作土層に水を供給するものであるから、暗渠管から土中に
26 浸入した水が暗渠管より上方にある土層中に効率よく移動することが求められる。したがって、管
27 より下方の土層は、上方の土層に比べ透水性が低くなければならない。また、安定した地下かんが
28 いを実現する閾値の目安として、暗渠管理設深での透水係数が $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 程度以下であることが研
29 究機関により提示されている³⁾。

30 さらに、作土層の構造(特に間隙や亀裂)がよく発達しており、水の移動が容易であることが望ま
31 しい。

32 (3) 水理条件

33 地下水位が極端に低い場合、地下かんがいの水は暗渠管より下方へ流出し、損失が多くなると考

えられるので、ほ場の地下水位が高い方（地下水位が暗渠管の埋設位置付近又はこれより高いなど）が暗渠管下方への漏水の懸念は小さい。しかし、深根性の作物等は地下水位が高すぎると湿害を起こす場合があるので、作物ごとの適正な地下水位を考慮する必要がある。

また、地下水位が低くても暗渠管の下方の土層が難透水性であるなどにより、給水されたかんがい用水による地下水位の上昇が容易ならば、地下かんがいに有利な水理条件といえる。

3 留意事項

① 地下かんがいをより効果的に行うためには、排水路の水位管理や水閘操作の徹底等が重要となる。さらに、暗渠管の通水機能を十分に発揮するためには、担い手や水管理組織等の維持管理に対する関心を高める必要がある。

② 土粒子の堆積が懸念される場合は、暗渠管を定期的に清掃することが望ましく、水閘の操作で容易にフラッシングができるなど、暗渠管を洗浄できる方式の導入も検討するとよい。ただし、暗渠管の配置によっては、洗浄が困難となる場合があるため留意が必要である。

③ 地下かんがいは地表かんがいと比べてかん水時間が長く、土壌の透水性が異なることにより作土層の水分量が不均一な分布となる懸念がある。このため、給水のための本暗渠又は補助暗渠がほ場内に合理的に配置され機能することが重要である。特に大区画のほ場整備において地下かんがいを導入するに当たっては、かん水むらが生じることを防ぐため、切盛施工の際に均一な土壌構造が得られるようにする。

④ 将来の営農形態や土地利用計画等を踏まえた上で、暗渠排水管のほか地下水位調整施設等の整備に必要な費用を考慮し、地下かんがい方式等を選定することも重要となる。

4 地下かんがいの事例

用水利用型（地下水位制御）のうち、主に地下水位の制御を目的とした地下かんがいシステムの特徴を以下に示す。

(1) 概要（図-4.8.21 及び図-4.8.22 参照）

この地下かんがいシステムは、暗渠排水と地下かんがいを両立し、地下かんがい時の地下水位制御を可能とする。作物の生育状況に適した地下水位に制御することで、田畑輪換を自在に行うことを主な目的とする。

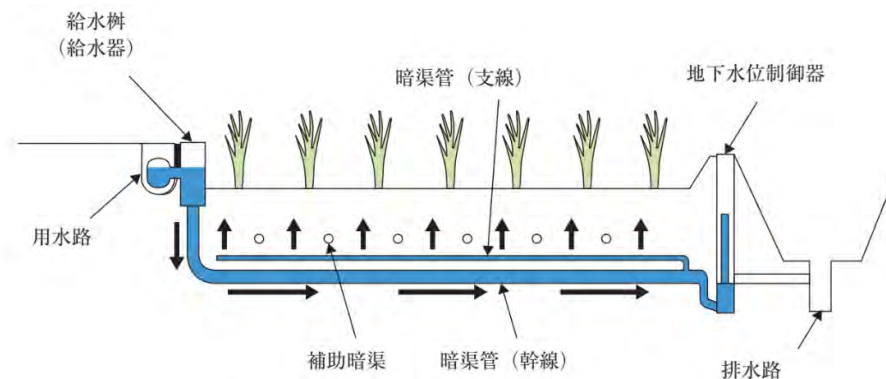


図-4.8.21 主に地下水位の制御を目的とした地下かんがい事例（断面図）

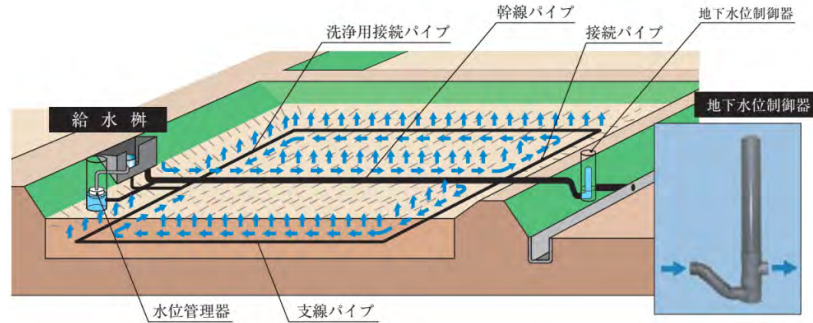


図-4.8.22 主に地下水位の制御を目的とした地下かんがい事例（模式図）

(2) 特徴

- ① 本システムは、地下に埋設する管路網、給水栓及び地下水位制御器で構成される。中央に幹線パイプ、周囲に支線パイプが配置され、これらは上流部及び下流部で接続されている。幹線パイプの底部は深さ 60cm で水平に配置され、支線パイプは幹線パイプより約 5 cm 高く水平に配置される。これにより、地下かんがい時の用水は幹線・支線の順に送られ、用水に含まれる泥土等は、主として直径の大きい幹線に沈澱することから、管路内清掃が容易にできる仕組みとなっている。
- ② 補助暗渠は、地下かんがいの均一性向上のために配置するもので、深さ 40cm（底部）の位置に 1 m 間隔の配置が標準である。
- ③ 地下水位の制御には、暗渠上流部にフロート式の水位管理者を有する給水栓、下流部に上下に可動する内筒を有する地下水位制御器が使用される。上流部の給水器の管理水位及び下流部の地下水位制御器内の筒の高さを調節し、田面の高さより +20 cm（水稻作時）から -30cm の間で任意の水位を設定することができる。この設定水位を下回れば自動的に給水し、上回れば水閘の設定水位を越えて自然に排水することで、地下水位の自動制御が可能となっている。このとき、開水路や自然圧パイプライン地区における給水バルブの位置は、対象田面標高に対し 25cm 以上の有効動水頭を確保する必要がある。なお、上記の給水栓から直接田面に給水する地表かんがいにも対応可能である。
- ④ 代かきや降雨後等に耕起や均平作業を行うと不透水層が形成され、機能が低下する懸念があるため注意が必要である。

(3) 導入効果

本システムの導入効果は、次のとおりである。

(水稻作時)

- ① 地下水位を一定に維持することで、適度な土壌水分を保ち、無代かき移植や乾田直播が容易となる。
- ② 中干し時に落水した場合、田面下 20cm 程度に水位を維持することで水田全体が均一に乾く。
- ③ 中干し後に田面下 10cm 程度で水位を維持することで、田面に水がなくとも根に酸素を供給しながら、生育に必要な水を供給することが可能。
- ④ 一定の湛水深を維持できるため、水管理の省力化が可能。

1 (畑作時)

- 2 ① 湿害と干ばつを回避でき、作物の高位安定生産が図られる。
- 3 ② 密な弾丸暗渠施工による高い排水性により、適期の農作業が容易となる。
- 4 ③ モミガラ等の有機質の暗渠疎水材は常時浸水することで腐食が進みにくくなり、耐用年数が長
- 5 くなる。
- 6 ④ 畝間かんがいによって生じる病害の回避。

7
8 **【事例】 地下かんがい施設の導入における隣接ほ場への漏水抑制対策**

9 砂質土や黒ボク土等で透水性の高いほ場では、下層や畦畔から横方向への漏水が著しく、地下かん

10 がいによる給水が困難になる。このような場合には、遮水シートの施工等の対策が必要である (写真-

11 4.8.1 参照)。



12
13 ほ場整備事業における施工

14 農業者等による直営施工

15 **写真-4.8.1 遮水シートの施工事例**

16 **【事例】 土壌調査や栽培試験に基づく地下かんがい施設の導入判断基準の設定**

17 地下かんがいシステムの効果的な導入判断基準として、従来の心土層における透水係数の基準だけ

18 ではなく、新たに作土層の透水係数に関する指標を定め、各ほ場での土壌調査や栽培試験結果等を踏

19 まえ、地区内での具体的な導入判断基準を設定した (図-4.8.23 参照)。

20 また、各ほ場の生育状況の把握にあたり、マルチスペクトルカメラ (写真-4.8.2 参照) を搭載した

21 ドローンを用いて実証ほ場全体を撮影し、可視光と近赤外光撮影にて生育状況や表土の体積含有率等

22 を可視化した。このことにより、これまでの抽出調査で把握することができなかったほ場全体の生育

23 状況を確認し、更に土壌水分と作物の発芽本数の相関関係を確認することで客観的かつ精度の高い評

24 価を行った (図-4.8.24 参照)。

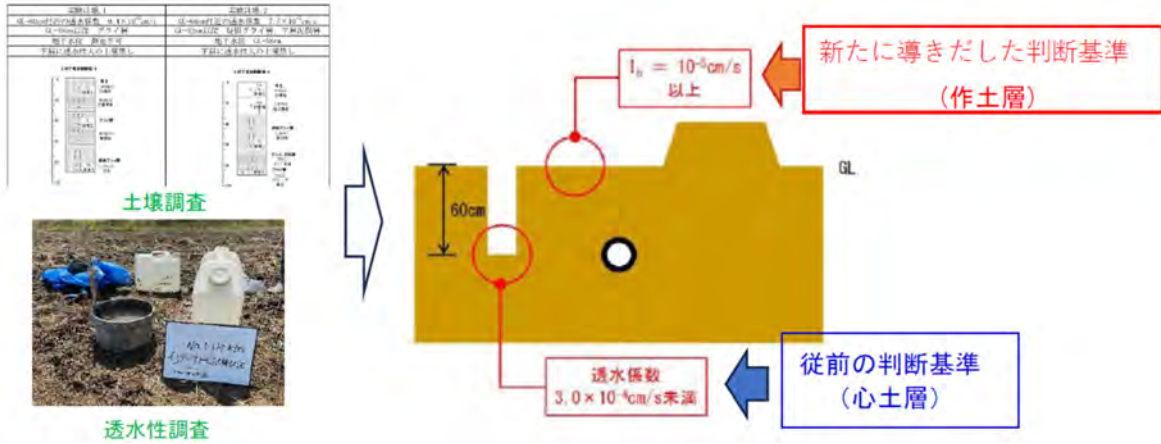
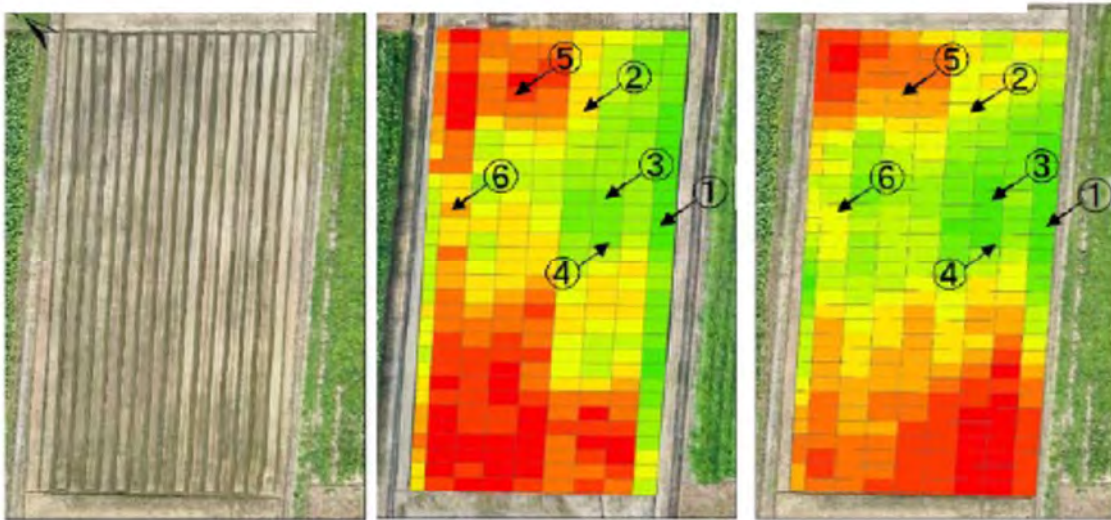


図-4.8.23 地下かんがいシステム導入の目安



写真-4.8.2 マルチスペクトルカメラを搭載したドローン



可視光画像

体積含水率

NDVI

図-4.8.24 マルチスペクトルカメラで撮影した実証ほ場の状況

1 4.8.8 湧水処理

傾斜地は、地形及び地質が複雑なため、湧水による排水不良地が不規則に点在していることが多い。このような場合には、湧水処理として特殊な排水対策が必要である。

2 1 湧水処理の要否の判断

3 (1) 湧水処理の意義

4 傾斜地において、山側の畦畔沿いや台地周辺部等、湧水部が地形沿いにある程度予測される場合
5 には、用水としての利用の有無を確認した上で、暗渠又は明渠形式の排水渠を法先に施工して排水
6 する必要がある。

7 また、傾斜地では、地形、地質が複雑であるために不規則に湧水部が存在する場合があるが、その
8 位置は予測し難く、また区画の整形工事前後でその位置が変わる場合もある。したがって、画一的
9 な施工が事実上不可能であるので、工事後のほ場面の様子を観察し、改めて湧水処理として別途排
10 水対策を講じるのが最も効率的である。

11 (2) 湧水状況・範囲の確認

12 ア 現地調査

13 現地調査により、次の①～③を行うことが重要である。

14 ① 浸透水の流れの方向を確認する。具体的には、除草後、試薬を投入して浸透水の移動速度を測
15 定する。

16 ② 水稻の青立ちの状況を平面図に記入する。

17 ③ 地区の透水層表面の位置を測定する。

18 イ 排水量及び被圧力の解析

19 現地調査結果に加え、次の①～③に基づき排水量及び被圧力を解析する。

20 ① 測量（地形測量及び縦横断測量）

21 ② 地質調査

22 ③ ①②に基づき調査井を設置し（ha 当たり 2 か所以上）、湧水量の測定を行う。

23 (3) 湧水処理の要否の判定

24 次のような場合には、湧水処理が必要と考えられる。

25 ① 湧水部の湧水量が大きい（水田の場合、落水後に湧水部に囲いを設けて、その部分の水面上昇
26 速度により湧水量の大小を判断する）。

27 ② 湧水部の地温が低い（水田の場合、湛水状況下でも地温が周辺より低いのが通例である）。

28 ③ 植生不良がある（湧水は冷水のため、植生の種類が周辺と異なる、又は草丈、葉色等に差が生
29 じている）。

30 ④ 地耐力が極端に低い（湧水が著しい場合、地耐力が低く人間ですら足を取られる場合が多い）。

31 2 湧水の形態

32 水田における湧水の形態は、被圧力を受けて集中的に湧水する「谷地田湧水」と、上位水田からの
33 浸透水等による被圧力の小さい「棚田湧水」に区分される。

34 (1) 谷地田湧水

35 谷地田湧水は、谷地田や旧河川跡に造成された耕地に多く見られる。これらの地域は昔、海及び湖

1 沼等であり、下層土は砂又は砂質土で形成され、その上に浮遊土及び植物遺体が堆積して形成され
2 ているものが多い。このため、これらの水田の漏水は、主に台地の地下水が下層に存在する砂層中を
3 流れ、上層の軟弱なへドロ化した土壌を突き破り、湧水として不規則に発生する。また、その範囲が
4 非常に広いものも見られ、通水層が帯のようになり集中的に発生して湧出するのが特徴である。

5 (2) 棚田湧水

6 棚田湧水は、中山間地帯の棚田に多く見られる。この原因は、台地及び上位水田の用水や降雨等が
7 地下水となり下位水田の法先付近に湧出する場合及び整地工事における切盛によって現況地盤と盛
8 土の間に水みちが生じてその部分から湧出している場合に分けられるが、両者とも被圧力や湧水量
9 も少なく、法先付近が過湿になっていることが多い。

10 3 湧水処理工法

11 湧水対策に当たっては、湧水の実態を明らかにするため地形、地質及び地下水の水圧分布を事前に
12 十分調査するとともに、関係農業者に過去の経緯等を聞き取り、現場に応じた排水方法を選定するこ
13 とが必要である。

14 湧水経路が明確で、湧水量が多い場合には、次のような工法で通水帯（透水層）から被圧水を直接
15 排除するのが有効である。

- 16 ① 湧水部が深く、狭い場合には、集水井型暗渠が用いられる。
- 17 ② 湧水部が深く、広範囲に点在している場合には、縦型暗渠が用いられる。
- 18 ③ 湧水部が浅く、広い場合には、本暗渠を密に行い、疎水材を十分に使用する工法や、湧水箇所
19 に集水用の木箱を埋設し、導水管によって排水する箱型暗渠が用いられる。

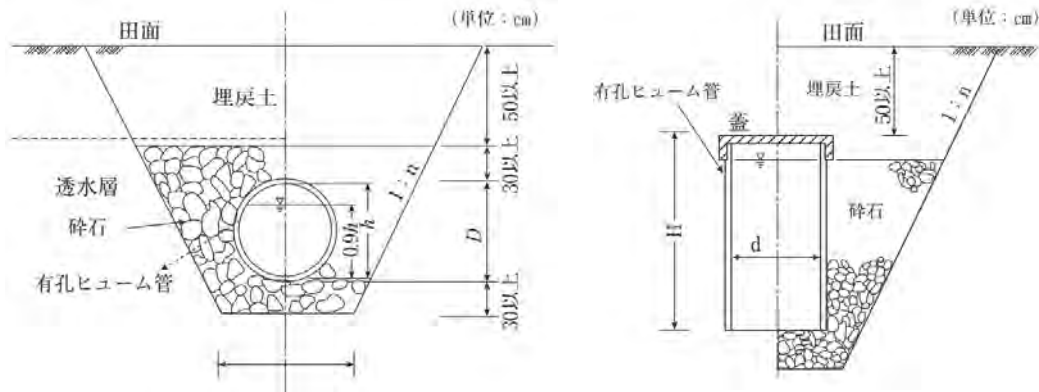
20 一方、湧水している土層が不明確な場合には、まず本暗渠を設け、その排水状況を把握した上で湧
21 水処理を行うのが基本である。

22 (1) 集水井型暗渠

23 本工法は、集中的に被圧を受けている湧水や通水帯沿いに発生する湧水の排除に適している。

24 本工法はいずれも、被圧力を分散させるために広く開削し、ウェルポイント等によって地下水位
25 を低下させ、掘削部を最小限に留めるなどの処置を行う。図-4.8.25のように、有孔ヒューム管（管
26 径 300～1,000mm、孔径 20～30mm、例えば 1,000mm の管でφ20mm の孔を長さ 1.0m 当たりに
27 75 か所開けた場合、1.0ℓ/s の集水が可能）を横型（図-4.8.25 (a)）又は縦型（図-4.8.25 (b)）に敷
28 設し、採水層の細砂の流出を防ぐため有孔ヒューム管の外側には粒径 30～100mm の砂利（5～40mm
29 の碎石等）を 300～500mm の厚さで充填する。

30 集水した湧水は、速やかにある一定の勾配をもって暗渠及び明渠で排水路に排除する。この場合、
31 高低差の関係で自然排除が不可能な場合には、マンホール等を設置しポンプによる排除を検討する。



(a) 带状集中湧水

(b) 集中湧水

図-4.8.25 集水井型暗渠の施工例

(2) 縦型暗渠

本工法は、広範囲に湧水部が点在している場合に有効で、図-4.8.26 のように湧水部に縦型暗渠吸水管を設置し、湧水を集水管によって排水路に処理する方法である。

湧水状況を調査するため、調査井戸を掘り湧水量が安定するまでの期間（約1週間）自噴させ、湧水量・被圧力を田面下0.50~0.60mの位置で2回/日測定し、最大値及び最小値を棄却して、残りの値の平均値をもって排水量・被圧力を仮定する。

仮定した排水量・被圧力に基づき、対象区域及び設計排水量・設計被圧力（余裕を10%程度加え決定）を解析し、吸水管の間隔・管径及び集水管の管径を定める。

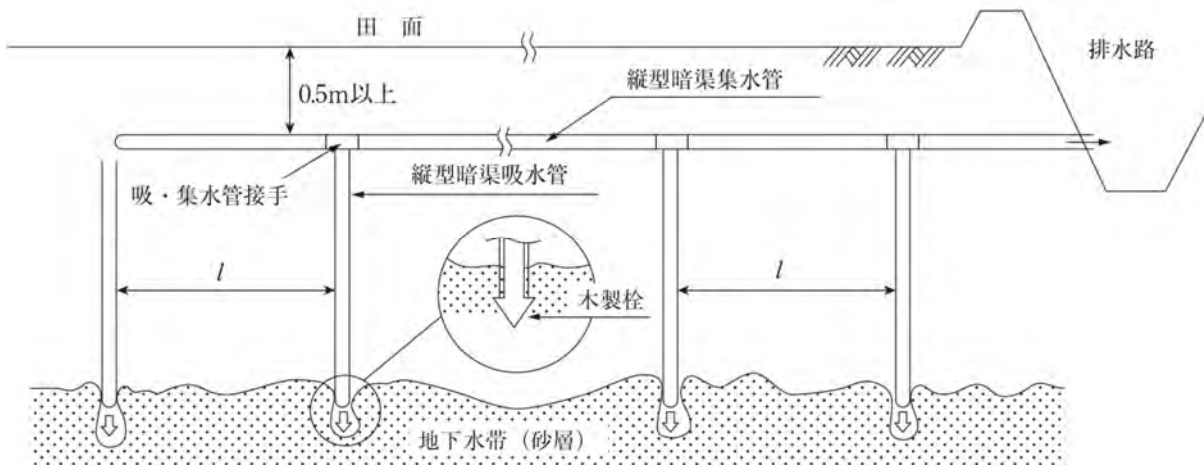


図-4.8.26 縦型暗渠の施工例

(3) 箱型暗渠

湧水箇所が浅く比較的その部分が軟弱な場合には、箱型暗渠を敷設する(図-4.8.27 参照)。また、縦型暗渠の上に箱型暗渠を載せ、両者の長所を組み合わせる場合もある。

まず、集水管を埋設し、自噴箇所に沿って掘削し、箱及び連結管、砕石、モミガラ等を設置する。箱設置後1~2か月放置して水みちができてから、再度箱の高さを修正し、箱の中の泥を除去し、埋戻しをする。

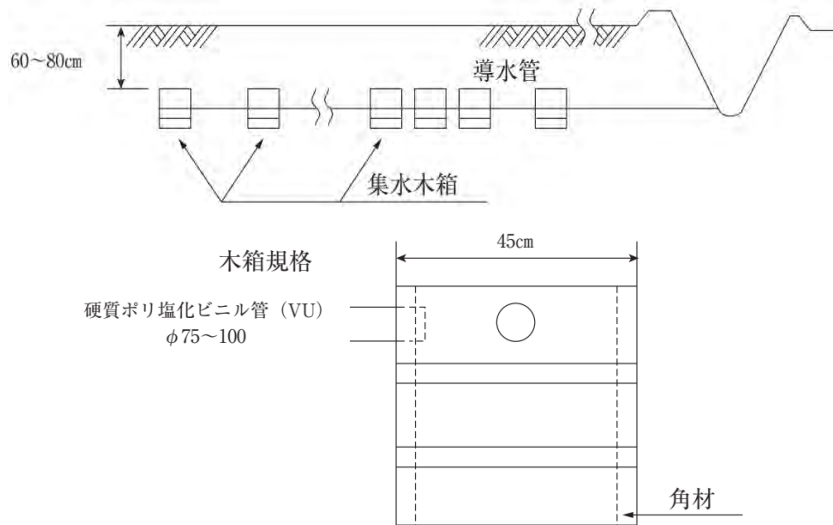


図-4.8.27 箱型暗渠の施工例

1
2
3 (4) 法先捕水渠

4 傾斜地の水田では、上位水田の法先部分が湿潤で排水不良の原因となることや、法面に浸透水が
5 浸出し法面崩壊の原因となることがある。このような場合には、上位水田からの浸透水を遮断し、停
6 滯する地表残留水からの浸透水を迅速に排除できるような特別な捕水渠（法先捕水渠）を設置する
7 必要がある。

8 法先捕水渠には、明渠と暗渠の形態があり、湧水の形態によってその工法は図-4.8.28 (a～c タイ
9 プ) のような3種類がある。

- 10 ① aタイプ：上流からの浸透水をできるだけ多く捕水するため、法先直下（1 m 以内）に設置す
11 る暗渠タイプのもので、設置深さは約1 m 程度と平坦地と比較してやや深く埋設する必要がある。
12
13 ② bタイプ：湧水が多く、法先に土壌侵食が生じている場合に採用される工法で、地表面流出及
14 び浸透水を捕水するために、主に山側の切土法先部に明渠を設けるものである。
15 ③ cタイプ：法長が長く、法先付近から湧水により土壌侵食を起こしている場合に採用される工
16 法で、耕区間の畦畔法先への浸透水を捕水するために吸水渠を設けるものである。

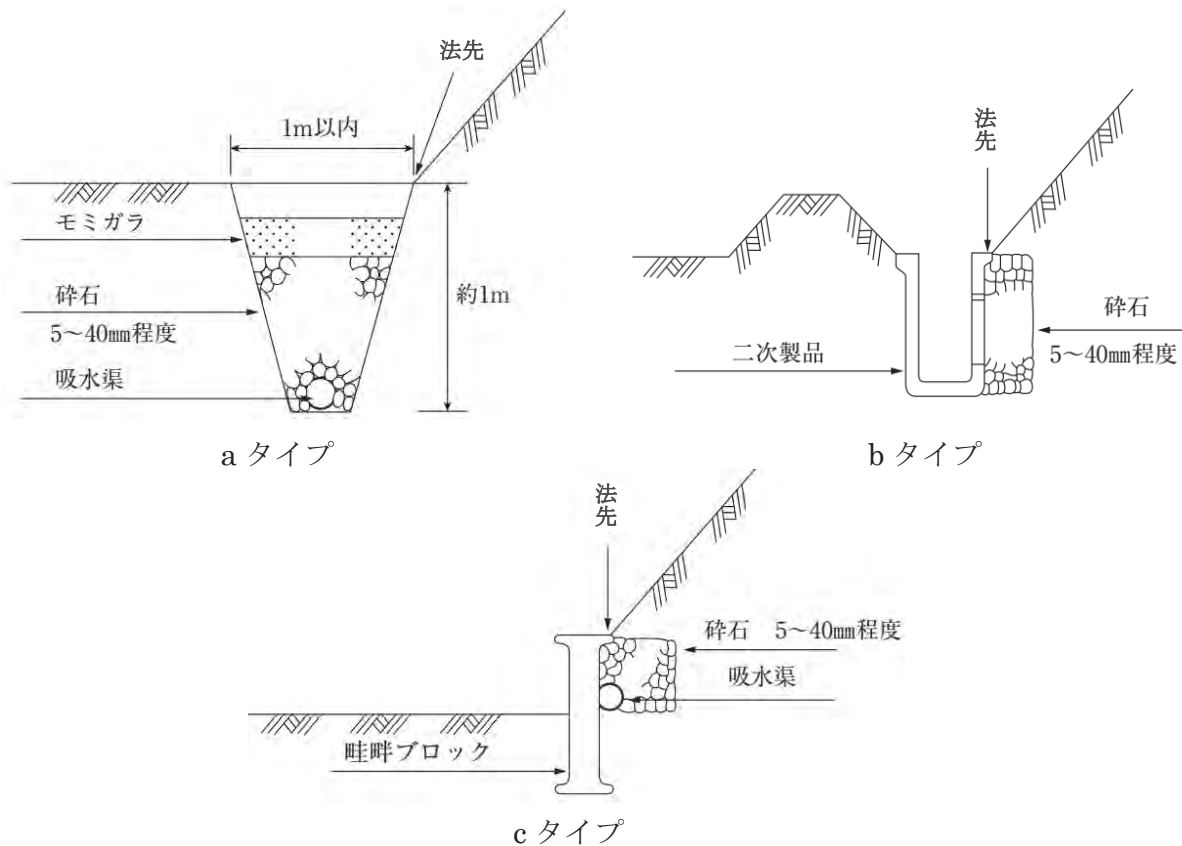


図-4.8.28 法先捕水渠の施工例

1
2
3
4

4.8.9 維持管理

暗渠排水の効果を十分に発揮させるため、暗渠排水組織各部の機能が保持されるよう各施設の保守及び管理を十分に行うことが必要である。

5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

1 維持管理の基本

暗渠排水の効果を十分に発揮させるためには、以下の事項について実施する必要がある。なお、暗渠排水工の埋設位置を3次元データとして記録しておくことで、今後、埋設位置を確認する際に活用することができる。

- ① 維持管理が容易に行える構造とする。
- ② 暗渠排水の目的及び諸施設の機能の要点（取扱いに対する注意を含む）を関係者に周知徹底させる。
- ③ 施設を定期的に巡回して故障、欠陥箇所の早期発見に努める。

2 施設の維持管理

暗渠排水組織の各施設がそれぞれの機能を保持するよう、維持管理を行うことが必要である。

(1) 暗渠の排水口及び排水路の維持管理

暗渠の機能を十分に保持するためには、暗渠排水口が排水路の水面上に出ていることが必要である。また、土砂が堆積し排水路底が上昇することや、排水口が枯草や沈殿物等でふさがれることもある。

1 このため、排水路の浚渫、除草、清掃等を定期的に行い、適切に管理することが重要である。

2 (2) 暗渠管の維持管理

3 ア 暗渠管の維持管理

4 暗渠管の清掃は、春の代かき前及び秋の落水期の年2回程度行うように努める。

5 清掃は、湛水状態から水閘を開放する操作による方法と、動力噴射機に接続したジェットノズル
6 を暗渠出口から挿入する方法がある (表-4.8.9 参照)。

7 表-4.8.9 暗渠管の清掃方法

方 法	解 説
水閘操作による方法	暗渠機能を持続させるためには、暗渠の出口を泥土で埋没させないように、維持管理の中で定期的に排水路の泥土を除去し、草刈り等も行う必要がある。併せて、管内の土砂の堆積、水あかの付着を流し出す必要がある。その方法としては、水閘を閉じて暗渠管内に水を十分に貯めてから、水閘を開け、急激に水を流し出す作業を年に数回行う。その際、水閘を数回急激に開閉させ、水の流れに衝撃を与える洗浄が効果的である。
動力噴霧機を利用して暗渠の目詰まりを除去する方法	水の圧送により管内の沈殿物を排除する。導流が可能な立上り管を暗渠管の上流部に設置することが必要である。また、その移動は暗渠管内の水流、ホースの後方からの押し込み力、逆噴射の推力及び暗渠管内に挿入されたロープの引張り力をそれぞれ組合せることにより容易となる。動力噴霧機を利用して暗渠の目詰まりを除去する方法としては、①上流押し込み方式、②ロープ式、③下流押し込み方式、④ホース流下方式がある。(詳細については、計画基準「暗渠排水」参照)

8 イ 暗渠の故障とその補修

9 (ア) 排水不良

10 排水口から水の流出が見られないときは、疎水材の目詰まり等の支障が予想される。暗渠の故
11 障等には次のような場合がある。

12 ① 暗渠管及び水閘の閉塞あるいは破損による排水不良

13 ② 疎水材の目詰まり

14 ③ 施工時の不注意による暗渠管の接続部の不連続や、疎水材投入不足による透水性の不良

15 吸水管の不連続箇所を確認するには、グラスファイバー線 (弾力線) を吸水管の出口、立上り
16 管から挿入して、貫通不能な場所を確認する方法が効率的である。ただし、グラスファイバー線
17 の弾力性が大きいことから、梱包状態から解放すると、四方八方へ広がり操作が困難になるため
18 注意する必要がある。また、近年では噴射ノズルにカメラを取り付けて管内の堆積状況を確認・
19 洗浄を同時に行う工法も普及している。

20 (イ) 疎水材の劣化

21 疎水材にモミガラを使用した場合、施工後にモミガラの腐食が進行することでその容積が減少
22 し、地表面の下に空洞が発生する場合がある。その空洞が農業機械の走行等で作土に押し潰され
23 ると、地表面に穴が開き、暗渠の溝が土で塞がれて暗渠排水が機能しなくなる。また、空洞が発

1 生すると、水田として利用する際に地表面が陥没し、湛水に支障を来したり、農業機械の車輪の
2 踏み抜きが生じたりする場合がある。

3 更新方法としては、弾丸暗渠の施工により、新たな水みちを発生させ、その効果が期待できる
4 場合はこの方法がよいが、弾丸暗渠の施工深よりもモミガラ腐食が進み体積が減少した場合に
5 は、吸水渠に直交した方向にトレンチャで掘削し、モミガラを再充填する。

6 (3) 水閘の維持管理

7 ア 水閘の操作及び管理

- 8 ① 水閘の閉塞は上流から下流に、開放は反対に下流から上流に向かって行う。同時に数個の水閘
9 を開放すると管内の滞留水によって流量が過大となり、排水が一時管内に滞留し、この部分で
10 は流れが緩慢となる。この場合、管内における浮遊物の沈積が促進されるので注意を要する。
11 ② 代かき前の水閘の取扱いは、用水源の条件（用水が豊富か否か）及び冬季の作付作物の状況に
12 よって地域ごとに異なるが、支障のない限りなるべく早く閉じて地下水位の上昇を図り、代か
13 き用水量の節減を図るようにする。また、地下水位を一定に保つことで、モミガラ等の有機資
14 材の腐食化が抑制されることから、暗渠排水の機能保全の観点からは、支障のない限り水閘を
15 閉じることが有効である。
16 ③ 水稻栽培期間に稲の生長に応じて水閘を操作する場合には、水位調節のできるものを用いる必
17 要がある。

18 イ 水閘の故障とその補修

- 19 ① 水閘を閉じたときにほ場面から水が噴出する場合、暗渠管の接合の不完全又は管の破損と考
20 えられることから、早急に補修する必要がある。
21 ② 水閘が破損していないにもかかわらず、閉じたとき水位が上がらない場合、水閘からの漏水
22 が考えられる。水閘からの漏水には、栓の密着が不十分である場合と水閘管継手から漏水す
23 る場合がある。継手からの漏水に対しては、水閘を掘出し、継手部分を粘土、モルタル等で
24 巻立て、さらに周囲をよく突き固めることが必要である。

36 引用・参考文献

- 37 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 計画「暗渠排水」（平成 29 年 5 月）
38 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「ほ場整備（水田）」（平成 25 年 4 月）
39 3) 原口暢朗、若杉晃介（2016）：水田における暗渠管を利用した地下灌漑に及ぼす下層土の透水性の影響、農業農村工学会誌、
40 84(3)、p.205-208