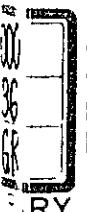


無償資金協力  
地下水開発案件に係る  
用語集

平成8年12月

JICA LIBRARY  
  
J1132220 [3]

監修  
国際協力事業団 無償資金協力調査部  
発行  
財団法人 日本国際協力システム





1132220 [3]

# 無償資金協力 地下水開発案件に係る 用語集

平成8年12月

監修  
国際協力事業団 無償資金協力調査部  
発行  
財団法人 日本国際協力システム

## はじめに

アフリカや中近東を中心とする開発途上国においては、安全で衛生的な生活用水の確保が国の最重要課題として位置づけられており、このため国際協力事業団は、これらの国々に対し長期にわたって地下水開発・給水関連プロジェクトを実施してきております。しかしながら、これらのプロジェクトの調査及び実施段階にて使用されている用語は必ずしも統一されておらず、基本設計調査の各種レポート、質問書、月報等の作成を外国語（英文、仏文、西文）で行うには、常に多くの労力と時間が必要であったことから用語の統一が大きな課題となっていました。

本用語集は（財）日本国際協力システムとの契約により当事業団無償資金協力調査部が監修したもので、地下水開発関連業務に従事する関係者を対象として作成したものであり、地下水開発分野の専門外の人にも十分理解できるよう可能な限り図表を添付するとともに、用語の説明には専門用語及び数式等の羅列を避けております。

本用語集が多くの人々に活用され、また、数多くのアイディアと提言が寄せられることによってより充実した用語集となることを期待します。

平成8年12月

国際協力事業団  
無償資金協力調査部長

# 目 次

<u>日本語</u>	<u>英語</u>	<u>ページ</u>
<b>(ア)</b>		
浅井戸	shallow well	1
後片付け	site clearance	2
安全揚水量	safe yield	3
<b>(イ)</b>		
井戸	well/borehole	4
井戸深度	well depth	5
井戸洗浄	well development	6
井戸台帳	well inventory list	7
井戸の集水理論	theory of well hydraulics	8
井戸の目詰まり	clogging of well	9
井戸の付帯施設	well head facilities	10
<b>(カ)</b>		
加圧層	confining layer	11
ガイベン・ヘルツベルグの法則	Ghyben-Herzberg's Principle	12
上総掘り	kazusa-bori	13
カッティングス	drill cuttings	14
カナート	ghannat/kanat/ganat	15
間隙水	pore water	16
間隙率	porosity	17
観測井	observatory well	18
涵養	recharge	19
<b>(キ)</b>		
機械据え付け	rig erection	20
共同水栓システム	public-faucet system	21
<b>(ク)</b>		
掘削口径	drilling diameter	23
掘削工法	drilling method	24
<b>(ケ)</b>		
ケーシング作業	casing work	25
ケーシングツールス	casing tools	26
ケーシングパイプ	casing pipe	27
限界揚水量	critical discharge, Qc	28
検層	logging	29
<b>(コ)</b>		
戸別給水システム	house-connection system	31
コンクリートミキサー	concrete mixer	32

日本語	英語	<u>ページ</u>
(サ)		
サイティング	siting	34
サイト間移動	site moving	35
作業班	working party	36
さく井	borehole construction	37
さく井機	drilling rig	38
さく井機器	drilling equipment	40
さく井材料	drilling materials	41
さく井作業	drilling work	42
さく井支援機器	supporting equipment for drilling	43
さく井資機材	equipment and materials for drilling	44
さく井ツールス	drilling tools	45
雑作業用ツールス	miscellaneous tools	46
サブ	sub	47
(シ)		
仕上がり径	casing diameter	48
ジェット工法	jetting	49
CMC (帝石セローズ)	CMC	50
支援車輌	supporting vehicles	51
自然水位	static water level	53
自噴井	artesian well	54
自噴帶	artesian zone	55
砂利充填	gravel pack	56
修理工場機材／工具	workshop equipment	57
(ス)		
水中モーターポンプ	submersible motor pump	58
スクリーン	screen	60
スペアパーツ	spare parts	61
スワッピング工法	swabbing	62
(セ)		
成功率	successful rate	63
先カンブリア紀	Pre-Cambrian	64
全揚程	total pump head	65
(ソ)		
村落リスト	village list	66
(タ)		
帯水層	aquifer	67
(チ)		
地下水	groundwater	68
地下水位	groundwater level	69
地下水汚染	groundwater contamination	70

日本語	英語	ページ
地下水頭	groundwater head	72
地下水盆	groundwater basin	73
地下ダム	groundwater reservoir dam	74
地球物理探査機器	geophysical equipment	75
地盤沈下	land subsidence	77
調泥剤	mud-water admixture	78
(テ)		
泥水工法ツールス	mud-drilling tools	79
泥水の正循環／逆循環	direct mud circulation/reverse mud circulation	80
適正揚水量	optimum yield	81
D T Hツールス	down-the-hole hammer tools (D.T.H.)	82
手掘り井戸	hand-dug well	83
電気探査	electric prospecting	84
点水源システム	point-source system	85
(ト)		
透水係数	coefficient of permeability	86
土工	earth work	87
土工機械	earthmoving equipment	88
土壤水	soil water	89
ドップドライ式ロータリー型さく井機	top-head-drive type drilling rig	90
土木	civil work	91
ドリルカラー	drill collar	92
ドリルパイプ	drill pipe	93
(ナ)		
難透水層	aquiclude	94
(ネ)		
年間作業可能日数	annual working days	95
(ハ)		
バーカッション型さく井機	cable-percussion type drilling rig	96
発電機	generator	98
発泡剤	foam	99
(ヒ)		
被圧帶水層	confined aquifer	100
被圧地下水	confined groundwater	101
ピット	bit	102
標準付属品	standard accessories	103
(フ)		
不圧帶水層	unconfined aquifer	104
不圧地下水	phreatic water	105
フィッシングツールス	fishing tools	106
深井戸	deep well	107

日本語	英語	<u>ページ</u>
深井戸用ハンドポンプ	deep well handpump	108
(ヘ)		
ペイラー	bailer	110
ペントナイト	bentonite	111
(ホ)		
ボアホールカメラ	borehole camera	112
ポンプ据え付け	pump installation	113
(ミ)		
水井戸	water-well	114
水管理委員会	water management committee	115
(ム)		
無線通信システム	radio telephone system	116
(ヤ)		
野営設備	camping facility	117
(ヨ)		
揚水管長	riser pipe-length	118
揚水水位	pumping water level	119
揚水試験	pumping test	120
揚水試験機器	pumping test equipment	121
揚水量	pumping rate	122
(リ)		
陸水	terrestrial water	123
(レ)		
裂縫水	fissure water	124
(ロ)		
漏水涵養	leakance recharge	125
ロータリー型さく井機	rotary type drilling rig	126
ロータリーテーブル式さく井機	rotary-table type drilling rig	127
(ワ)		
ワークケーシング	work casing	128

# 目 次

英 語	日本語	ページ
<b>(a)</b>		
annual working days	年間作業可能日数	95
aquiclude	難透水層	94
aquifer	帶水層	67
artesian well	自噴井	54
artesian zone	自噴帶	55
<b>(b)</b>		
bailer	ペイラー	110
bentonite	ペントナイト	111
bit	ビット	102
borehole camera	ボアホールカメラ	112
borehole construction	さく井	37
<b>(c)</b>		
cable-percussion type drilling rig	バーカッショング型さく井機	96
camping facility	野営設備	117
casing diameter	仕上がり径	48
casing pipe	ケーシングパイプ	27
casing tools	ケーシングツールス	26
casing work	ケーシング作業	25
civil work	土木	91
clogging of well	井戸の目詰まり	9
CMC	CMC (帝石セローズ)	50
coefficient of permeability	透水係数	86
concrete mixer	コンクリートミキサー	32
confined aquifer	被圧帶水層	100
confined groundwater	被圧地下水	101
confining layer	加圧層	11
critical discharge, $Q_c$	限界揚水量	28
<b>(d)</b>		
deep well	深井戸	107
deep well handpump	深井戸用ハンドポンプ	108
direct mud circulation/reverse mud circulation	泥水の正循環／逆循環	80
down-the-hole hammer tools (D.T.H.)	DTHツールス	82
drill collar	ドリルカラー	92
drill cuttings	カッティングス	14
drill pipe	ドリルパイプ	93
drilling diameter	掘削口径	23
drilling equipment	さく井機器	40
drilling materials	さく井材料	41

英語	日本語	ページ
drilling method	掘削工法	24
drilling rig	さく井機	38
drilling tools	さく井ツールス	45
drilling work	さく井作業	42
(e)		
earth work	土工	87
earthmoving equipment	土工機械	88
electric prospecting	電気探査	84
equipment and materials for drilling	さく井資機材	44
(f)		
fishing tools	フィッシングツールス	106
fissure water	裂罅水	124
foam	発泡剤	99
(g)		
generator	発電機	98
geophysical equipment	地球物理探査機器	75
ghannat/kanat/ganat	カナート	15
Ghyben-Herzberg's Principle	ガイベン・ヘルツベルグの法則	12
gravel pack	砂利充填	56
groundwater	地下水	68
groundwater basin	地下水盆	73
groundwater contamination	地下水汚染	70
groundwater head	地下水頭	72
groundwater level	地下水位	69
groundwater reservoir dam	地下ダム	74
(h)		
hand-dug well	手掘り井戸	83
house-connection system	戸別給水システム	31
(j)		
jetting	ジェット工法	49
(k)		
kazusa-bori	上総掘り	13
(l)		
land subsidence	地盤沈下	77
leakance recharge	漏水涵養	125
logging	検層	29
(m)		
miscellaneous tools	雑作業用ツールス	46
mud-drilling tools	泥水工法ツールス	79
mud-water admixture	調泥剤	78

英語日本語ページ**(o)**

observatory well

観測井

18

optimum yield

適正揚水量

81

**(p)**

phreatic water

不圧地下水

105

point-source system

点水源システム

85

pore water

間隙水

16

porosity

間隙率

17

Pre-Cambrian

先カンブリア紀

64

public-faucet system

共同水栓システム

21

pump installation

ポンプ据え付け

113

pumping rate

揚水量

122

pumping test

揚水試験

120

pumping test equipment

揚水試験機器

121

pumping water level

揚水水位

119

**(r)**

radio telephone system

無線通信システム

116

recharge

涵養

19

rig erection

機械据え付け

20

riser pipe-length

揚水管長

118

rotary type drilling rig

ロータリー型さく井機

126

rotary-table type drilling rig

ロータリーテーブル式さく井機

127

**(s)**

safe yield

安全揚水量

3

screen

スクリーン

60

shallow well

浅井戸

1

site clearance

後片付け

2

site moving

サイト間移動

35

siting

サイティング

34

soil water

土壤水

89

spare parts

スペアパーツ

61

standard accessories

標準付属品

103

static water level

自然水位

53

sub

サブ

47

submersible motor pump

水中モーターポンプ

58

successful rate

成功率

63

supporting equipment for drilling

さく井支援機器

43

supporting vehicles

支援車輛

51

swabbing

スワッピング工法

62

**(t)**

terrestrial water

陸水

123

英語	日本語	ページ
theory of well hydraulics	井戸の集水理論	8
top-head-drive type drilling rig	ドップドライ式ロータリー型さく井機	90
total pump head	全揚程	65
(u)		
unconfined aquifer	不圧帶水層	104
(v)		
village list	村落リスト	66
(w)		
water management committee	水管理委員会	115
water-well	水井戸	114
well depth	井戸深度	5
well development	井戸洗浄	6
well head facilities	井戸の付帯施設	10
well inventory list	井戸台帳	7
well/borehole	井戸	4
work casing	ワークケーシング	128
working party	作業班	36
workshop equipment	修理工場機材／工具	57

## 目 次

日本語	仏語	<u>ページ</u>
<b>(ア)</b>		
浅井戸	puits	1
後片付け	remise en état du site	2
安全揚水量	débit de sécurité	3
<b>(イ)</b>		
井戸	puits/forage	4
井戸深度	profondeur des puits	5
井戸洗浄	lavage et développement de forage / nettoyage de fo-	6
井戸台帳	inventaire des puits / répertoire des forages	7
井戸の集水理論	théorie hydraulique	8
井戸の目詰まり	colmatage de forage	9
井戸の付帯施設	ouvrage de prise	10
<b>(カ)</b>		
加圧層	couche imperméable	11
ガイベン・ヘルツベルグの法則	principe de Ghyben-Herzberg	12
上締掘り	kazusa-bori	13
カッティングス	déblais	14
カナート	ganat	15
間隙水	eau interstitielle	16
間隙率	porosité	17
観測井	puits d'observation	18
涵養	recharge	19
<b>(キ)</b>		
機械据え付け	installation du système de forage	20
共同水栓システム	système de bornes fontaines	21
<b>(ク)</b>		
掘削口径	diamètre de forage	23
掘削工法	méthode de forage	24
<b>(ケ)</b>		
ケーシング作業	opérations d'installation de tubage	25
ケーシングツールス	outils pour tubage	26
ケーシングパイプ	tuyau de tubage / tube casing	27
限界揚水量	débit critique	28
検層	carottage (diagraphie des connaissances d'un puits)	29
<b>(コ)</b>		
戸別給水システム	système de branchements particuliers	31
コンクリートミキサー	bétonnière	32
<b>(サ)</b>		
サイティング	sélection de site	34

日本語	仏語	ページ
サイト間移動	déplacement entre les sites	35
作業班	brigade	36
さく井	forage	37
さく井機	atelier de forage / appareil de sondage / sondeuse	38
さく井機器	équipement de forage	40
さく井材料	matériaux de forage	41
さく井作業	opérations de forage	42
さく井支援機器	équipement de soutien pour le forage	43
さく井資機材	équipement et matériaux de forage	44
さく井ツールス	outils de forage	45
雑作業用ツールス	outils divers	46
サブ	sub	47
(シ)		
仕上がり径	diamètre de tubage	48
ジェット工法	injection / jet d'eau	49
CMC (帝石テルセローズ)	CMC	50
支援車輌	véhicules de soutien	51
自然水位	niveau d'eau statique	53
自噴井	puits artésien	54
自噴帶	zone artésienne	55
砂利充填	remplissage en graviers	56
修理工場機材／工具	équipements/outils d'atelier	57
(ス)		
水中モーターポンプ	pompe immergée	58
スクリーン	crépine	60
スペアバーツ	pièces de rechange	61
スワッピング工法	swabbing	62
(セ)		
成功率	taux de réussite	63
先カンブリア紀	Précambrien	64
全揚程	hauteur manométrique totale, HMT	65
(ソ)		
村落リスト	liste des villages	66
(タ)		
帶水層	aquifère	67
(チ)		
地下水	eau souterraine	68
地下水位	niveau piézométrique	69
地下水汚染	contamination de l'eau souterraine	70
地下水頭	hauteur piézométrique	72
地下水盆	bassin d'eau souterraine	73

日本語	仏語	ページ
地下ダム	barrage souterrain	74
地球物理探査機器	équipement pour la prospection géophysique	75
地盤沈下	subsidence de la surface	77
調泥剤	agent boueux	78
(テ)		
泥水工法ツールス	outils de forage à la boue	79
泥水の正循環／逆循環	circulation de boue directe/inverse	80
適正揚水量	débit permanent	81
DTHツールス	outils pour marteau fond de trou	82
手掘り井戸	puits creusé à la main	83
電気探査	prospection électrique	84
点水源システム	système desource à point	85
(ト)		
透水係数	coefficient de filtration	86
土工	terrassement	87
土工機械	équipement de terrassement	88
土壤水	eau du sol	89
ドップドライ式ロータリー型さく井機	atelier de forage / appareil de sondage / sondeuse rotatif à commande en tête	90
土木	travaux de génie civil	91
ドリルカラー	manchons / masse tige	92
ドリルパイプ	tube de forage	93
(ナ)		
難透水層	aquiclude	94
(ネ)		
年間作業可能日数	jours de travail annuels	95
(ハ)		
バーカッション型さく井機	atelier de forage percutant / au câble à percussion	96
発電機	groupe électrogène	98
発泡剤	mousse / produit moussant	99
(ヒ)		
被圧帶水層	nappe captive	100
被圧地下水	eau artésienne	101
ピット	trépan	102
標準付属品	accessoires standard	103
(フ)		
不圧帶水層	nappe libre	104
不圧地下水	eau libre	105
フィッシングツールス	outils de repêchage	106
深井戸	forage	107
深井戸用ハンドポンプ	pompe manuelle pour les forages	108

<u>日本語</u>	<u>仏語</u>	<u>ページ</u>
(ヘ)		
ペイラー	cuiller de sondage	110
ペントナイト	bentonite	111
(ホ)		
ボアホールカメラ	caméra de trou de forage	112
ポンプ据え付け	installation de la pompe	113
(ミ)		
水井戸	puits d'eau	114
水管理委員会	comité de gestion de l'eau	115
(ム)		
無線通信システム	système de radiotéléphone	116
(ヤ)		
野営設備	équipement de camping	117
(ヨ)		
揚水管長	longeur de la colonne montante	118
揚水水位	niveau d'eau de pompage	119
揚水試験	essai de pompage	120
揚水試験機器	équipement d'essai de pompage	121
揚水量	débit	122
(リ)	.	
陸水	eaux continentales	123
(レ)		
レスター	rester	124
裂縫水	eau de fracture	125
(ロ)		
漏水涵養	recharge de fuite	126
ロータリー型さく井機	atelier de forage rotatif	127
ロータリーテーブル式さく井機	atelier de forage à table tournante	128
(ワ)		
ワークケーシング	tubage temporaire	129

# 目 次

仮 語	日本語	ページ
<b>(a)</b>		
accessoires standard	標準付属品	103
agent boueux	調泥剤	78
aquiclude	難透水層	94
aquifère	帶水層	67
atelier de forage / appareil de sondage / sondeuse	さく井機	38
atelier de forage / appareil de sondage / sondeuse rotatif à commande en tête	ドップドライ式ロータリー型さく井機	90
atelier de forage percutant / au câble à percussion	バーカッション型さく井機	96
atelier de forage rotatif	ロータリー型さく井機	127
atelier de forage à table tournante	ロータリーテーブル式さく井機	128
<b>(b)</b>		
barrage souterrain	地下ダム	74
bassin d'eau souterraine	地下水盆	73
bentonite	ペントナイト	111
brigade	作業班	36
bétonnière	コンクリートミキサー	32
<b>(c)</b>		
caméra de trou de forage	ボアホールカメラ	112
carottage (diagraphie des connaissances d'un puits)	検層	29
circulation de boue directe/inverse	泥水の正循環／逆循環	80
CMC	CMC (帝石テルセローズ)	50
coefficient de filtration	透水係数	86
colmatage de forage	井戸の目詰まり	9
comité de gestion de l'eau	水管理委員会	115
contamination de l'eau souterraine	地下水汚染	70
couche imperméable	加圧層	11
crépine	スクリーン	60
cuiller de sondage	ペイラー	110
<b>(d)</b>		
débit permanent	適正揚水量	81
diamètre de forage	掘削口径	23
diamètre de tubage	仕上がり径	48
débit	揚水量	122
débit critique	限界揚水量	28
débit de sécurité	安全揚水量	3
déblais	カッティングス	14
déplacement entre les sites	サイト間移動	35
<b>(e)</b>		
eau artésienne	被圧地下水	101

仮語	日本語	ページ
eau de fracture	裂縫水	125
eau du sol	土壤水	89
eau interstitielle	間隙水	16
eau libre	不圧地下水	105
eau souterraine	地下水	68
eaux continentales	陸水	123
équipement d'essai de pompage	揚水試験機器	121
équipement de forage	さく井機器	40
équipement de soutien pour le forage	さく井支援機器	43
équipement de terrassement	土工機械	88
équipement et matériaux de forage	さく井資機材	44
équipement pour la prospection géophysique	地球物理探査機器	75
équipements/outils d'atelier	修理工場機材/工具	57
équipement de camping	野営設備	117
essai de pompage	揚水試験	120
(f)		
forage	さく井	37
forage	深井戸	107
(g)		
ganat	カナート	15
groupe électrogène	発電機	98
(h)		
hauteur manométrique totale, HMT	全揚程	65
hauteur piézométrique	地下水頭	72
(i)		
injection / jet d'eau	ジェット工法	49
installation de la pompe	ポンプ据え付け	113
installation du système de forage	機械据え付け	20
inventaire des puits / répertoire des forages	井戸台帳	7
(j)		
jours de travail annuels	年間作業可能日数	95
(k)		
kazusa-bori	上総掘り	13
(l)		
lavage et développement de forage / nettoyage de fo-	井戸洗浄	6
liste des villages	村落リスト	66
longeur de la colonne montante	揚水管長	118
(m)		
manchons / masse tige	ドリルカラー	92
matériaux de forage	さく井材料	41
mousse / produit moussant	発泡剤	99

<u>仮　　語</u>	<u>日本語</u>	<u>ページ</u>
méthode de forage	掘削工法	24
<b>(n)</b>		
nappe captive	被圧帶水層	100
nappe libre	不圧帶水層	104
niveau d'eau de pompage	揚水水位	119
niveau d'eau statique	自然水位	53
niveau piézométrique	地下水位	69
<b>(o)</b>		
opérations d'installation de tubage	ケーシング作業	25
opérations de forage	さく井作業	42
outils de forage	さく井ツールス	45
outils de forage à la boue	泥水工法ツールス	79
outils de repêchage	フィッキングツールス	106
outils divers	雑作業用ツールス	46
outils pour marteau fond de trou	D T Hツールス	82
outils pour tubage	ケーシングツールス	26
ouvrage de prise	井戸の付帯施設	10
<b>(p)</b>		
pièces de rechange	スペアパーツ	61
pompe immergée	水中モーターポンプ	58
pompe manuelle pour les forages	深井戸用ハンドポンプ	108
porosité	間隙率	17
principe de Ghyben-Herzberg	ガイベン・ヘルツベルグの法則	12
profondeur des puits	井戸深度	5
prospection électrique	電気探査	84
Précambrien	先カンブリア紀	64
puits	浅井戸	1
puits artésien	自噴井	54
puits creusé à la main	手掘り井戸	83
puits d'eau	水井戸	114
puits d'observation	観測井	18
puits/forage	井戸	4
<b>(r)</b>		
recharge	涵養	19
recharge de fuite	漏水涵養	126
remise en état du site	後片付け	2
remplissage en graviers	砂利充填	56
rester	レスター	124
<b>(s)</b>		
sub	サブ	47
subsidence de la surface	地盤沈下	77

<u>仏語</u>	<u>日本語</u>	<u>ページ</u>
<i>swabbing</i>	スワッピング工法	62
<i>système de bornes fontaines</i>	共同水栓システム	21
<i>système de branchements particuliers</i>	戸別給水システム	31
<i>système de radiotéléphone</i>	無線通信システム	116
<i>système desource à point</i>	点水源システム	85
<i>sélection de site</i>	サイティング	34
<b>(t)</b>		
<i>taux de réussite</i>	成功率	63
<i>terrassement</i>	土工	87
<i>théorie hydraulique</i>	井戸の集水理論	8
<i>travaux de génie civil</i>	土木	91
<i>trépan</i>	ピット	102
<i>tubage temporaire</i>	ワークケーシング	129
<i>tube de forage</i>	ドリルパイプ	93
<i>tuyau de tubage / tube casing</i>	ケーシングパイプ	27
<b>(u)</b>		
<i>véhicules de soutien</i>	支援車輌	51
<b>(z)</b>		
<i>zone artésienne</i>	自噴帶	55

# 目 次

<u>日本語</u>	<u>西 語</u>	<u>ページ</u>
(ア)		
浅井戸	Pozo excavado/Pozo superficial	1
後片付け	Arreglo final	2
安全揚水量	Caudal seguro	3
(イ)		
井戸	Pozo	4
井戸深度	Profundidad del pozo	5
井戸洗浄	Limpieza del pozo	6
井戸台帳	Banco de datos de pozos	7
井戸の集水理論	Teoría de la captación de agua del pozo	8
井戸の目詰まり	Atasco del pozo/Obstrucción del pozo	9
井戸の付帯施設	Instalaciones anexas al pozo	10
(カ)		
加圧層	Camada/Estrato confinada	11
ガイベン・ヘルツベルグの法則	Ley de Ghyben-Herzberg's	12
上総掘り	Método Kazusa de perforación /Perforación con el Método Kazusa	13
カッティングス	Residuo de perforación	14
カナート	Qanat	15
間隙水	Agua de fisuras/(agua intersticial)	16
間隙率	Índice de porosidad	17
観測井	Pozo de observación	18
涵養	Recarga	19
(キ)		
機械据え付け	Instalación de maquina (Instalación de la maquina perforadora)	20
共同水栓システム	Sistema de abastecimiento comunal	21
(ケ)		
掘削口径	Diámetro de perforación	23
掘削工法	Método de perforación	24
(ケ)		
ケーシング作業	Trabajo de revestimiento	25
ケーシングツールス	Accesorios para revestimiento	26
ケーシングパイプ	Tubo/entubado para revestimiento	27
限界揚水量	Caudal límite	28
検層	Registro de pozo (Registro eléctrico)	29
(コ)		
戸別給水システム	Sistema de abastecimiento por conexión domiciliar	31
コンクリートミキサー	Hormigonera	32

(サ)		
サイトイング	Situar localidades	34
サイト間移動	Traslado entre localidad	35
作業班	Grupo de trabajo	36
さく井	Perforación	37
さく井機	Maquina perforadora	38
さく井機器	Equipo para perforación	40
さく井材料	Materiales para perforación	41
さく井作業	Trabajo de perforación	42
さく井支援機器	Equipo de apoyo para perforación	43
さく井資機材	Equipo y materiales para perforación	44
さく井ツールス	Accesorios para perforación	45
雑作業用ツールス	Accesorios para trabajos diversos	46
サブ	Sub	47
(シ)		
仕上がり径	Diámetro de acabado	48
ジェット工法	Método a chorro	49
CMC (帝石セローズ)	CMC	50
支援車輛	Vehículo de apoyo	51
自然水位	Nivel estático del agua	53
自噴井	Pozo surgente	54
自噴帶	Zona de surgencia	55
砂利充填	Relleno de grava	56
修理工場機材／工具	Equipos/Herramientas para Taller de reparación	57
(ス)		
水中モーターポンプ	Bomba/Electrobomba sumergible	58
スクリーン	Filtros	60
スペアパーツ	Pieza de repuesto(repuestos)	61
スワッピング工法	Método Swabbing de desarrollo de pozo	62
(セ)		
成功率	Indice de éxito	63
先カンブリア紀	Período precámbrico	64
全揚程	Altura total de bombeo	65
(ソ)		
村落リスト	Lista de comunidades rurales	66
(タ)		
帯水層	Acuífero	67
(チ)		
地下水	Agua subterránea	68
地下水位	Nivel de agua subterránea	69
地下水汚染	Contaminación del agua subterránea	70

日本語	西語	ページ
地下水頭	Superficie freática	72
地下水盆	Cuenca de agua subterránea	73
地下ダム	Presa subterránea	74
地球物理探査機器	Equipo de prospección geofísica	75
地盤沈下	Asentamiento/Hundimiento del terreno	77
調泥剤	Detergente/Agente formadora de lodo	78
(テ)		
泥水工法ツールス	Accesorios para perforación por circulación de lodo	79
泥水の正循環／逆循環	Normal de lodo/Circulación reversa	80
適正揚水量	Caudal ideal	81
DTHツールス	Accesorios para martillo	82
手掘り井戸	Pozo excavado a mano(pojo domiciliario)	83
電気探査	Prospección eléctrica	84
点水源システム	Sistema de fuente puntual	85
(ト)		
透水係数	Coeficiente de permeabilidad	86
土工	Trabajo/movimiento de tierras	87
土工機械	Maquina para movimiento de tierras	88
土壤水	Agua del suelo superficial (Zona de evapotranspiración)	89
ドップドライ式ロータリー型さく井機	Maquina perforadora rotatoria con transmisión vía cabezal	90
土木	Construcción vía cabezal	91
ドリルカラー	Collar de barra de perforación	92
ドリルパイプ	Tubo/barra de perforación	93
(ナ)		
難透水層	Estrato poco permeable paso de agua	94
(ネ)		
年間作業可能日数	Días útiles anuales	95
(ハ)		
バーカッショニ型さく井機	Maquina perforadora de percusión	96
発電機	Generador eléctrico(Grupo generador)	98
発泡剤	Espumante	99
(ヒ)		
被圧帶水層	Acuífero confinado(artesiano)	100
被圧地下水	Agua subterránea confinada	101
ピット	Broca	102
標準付属品	Accesorios normales	103
(フ)		
不圧帶水層	Acuífero libre/Acuífero no confinado	104
不圧地下水	Agua subterránea libre/Agua subterránea no confinada	105
フィッシングツールス	Accesorios para pesca	106

日本語	西語	<u>ページ</u>
深井戸	Pozo profundo/pozo tubular	107
深井戸用ハンドポンプ (ヘ)	Bomba manual para pozo profundo	108
ペイラー	Bailer/Extractor de residuo	110
ペントナイト (ホ)	Bentonita	111
ボアホールカメラ	Camara para pozo profundo	112
ポンプ据え付け (ミ)	Instalación de bomba	113
水井戸	Pozo de agua	114
水管理委員会 (ム)	Junta de Saneamiento/Comisión administrativa del agua	115
無線通信システム (ヤ)	Sistema de comunicación por radio	116
野営設備 (ヨ)	Equipo para acampamiento	117
揚水管長	Longitud del tubo para bombeo	118
揚水水位	Nivel dinámico	119
揚水試験	Prueba de bombeo	120
揚水試験機器	Equipo para prueba de bombeo	121
揚水量 (リ)	Caudal	122
陸水 (レ)	Agua continentales	123
裂縫水 (ロ)	Agua de fisura	124
漏水涵養	Recarga de agua por derrame	125
ロータリー型さく井機	Maquina perforadora rotatoria	126
ロータリーテーブル式さく井機 (ワ)	Maquina perforadora con mesa rotatoria	127
ワークケーシング	Tubería de trabajo	128

# 目 次

<u>西 語</u>	<u>日本語</u>	<u>ページ</u>
<b>(a)</b>		
Accesorios normales	標準付属品	103
Accesorios para martillo	DTHツールス	82
Accesorios para perforación	さく井ツールス	45
Accesorios para perforación por circulación de lodo	泥水工法ツールス	79
Accesorios para pesca	フィッシングツールス	106
Accesorios para revestimiento	ケーシングツールス	26
Accesorios para trabajos diversos	雑作業用ツールス	46
Acuífero	帶水層	67
Acuífero confinado (artesiano)	被圧帶水層	100
Acuífero libre / Acuífero no confinado	不圧帶水層	104
Agua continentales	陸水	123
Agua de fisura	裂縫水	124
Agua de fisuras / (agua intersticial)	間隙水	16
Agua del suelo superficial (Zona de evapotranspiración)	土壤水	89
Agua subterránea	地下水	68
Agua subterránea confinada	被圧地下水	101
Agua subterránea libre / Agua subterránea no confinada	不圧地下水	105
Altura total de bombeo	全揚程	65
Arreglo final	後片付け	2
Asentamiento / Hundimiento del terreno	地盤沈下	77
Atasco del pozo / Obstrucción del pozo	井戸の目詰まり	9
<b>(b)</b>		
Bailer / Extractor de residuo	ペイラー	110
Banco de datos de pozos	井戸台帳	7
Bentonita	ペントナイト	111
Bomba manual para pozo profundo	深井戸用ハンドポンプ	108
Bomba / Electrobomba sumergible	水中モーターポンプ	58
Broca	ピット	102
<b>(c)</b>		
Camada / Estrato confinada	加圧層	11
Camara para pozo profundo	ボアホールカメラ	112
Caudal	揚水量	122
Caudal ideal	適正揚水量	81
Caudal límite	限界揚水量	28
Caudal seguro	安全揚水量	3
CMC	CMC (帝石セローズ)	50
Coeficiente de permeabilidad	透水係数	86

<b>Collar de barra de perforación</b>	ドリルカラー	92
<b>Construcción vía cabezal</b>	土木	91
<b>Contaminación del agua subterránea</b>	地下水汚染	70
<b>Cuenca de agua subterránea</b>	地下水盆	73
<b>(d)</b>		
<b>Detergente/Agente formadora de lodo</b>	調泥剤	78
<b>Diámetro de acabado</b>	仕上がり径	48
<b>Diámetro de perforación</b>	掘削口径	23
<b>Días útiles anuales</b>	年間作業可能日数	95
<b>(e)</b>		
<b>Equipo de apoyo para perforación</b>	さく井支援機器	43
<b>Equipo de prospección geofísica</b>	地球物理探査機器	75
<b>Equipo para acampamiento</b>	野営設備	117
<b>Equipo para perforación</b>	さく井機器	40
<b>Equipo para prueba de bombeo</b>	揚水試験機器	121
<b>Equipo y materiales para perforación</b>	さく井資機材	44
<b>Equipos/Herramientas para Taller de reparación</b>	修理工場機材／工具	57
<b>Espumante</b>	発泡剤	99
<b>Estrato poco permeable paso de agua</b>	難透水層	94
<b>(f)</b>		
<b>Filtros</b>	スクリーン	60
<b>(g)</b>		
<b>Generador eléctrico(Grupo generador)</b>	発電機	98
<b>Grupo de trabajo</b>	作業班	36
<b>(h)</b>		
<b>Hormigonera</b>	コンクリートミキサー	32
<b>(i)</b>		
<b>Indice de porosidad</b>	間隙率	17
<b>Indice de éxito</b>	成功率	63
<b>Instalaciones anexas al pozo</b>	井戸の付帯施設	10
<b>Instalación de bomba</b>	ポンプ据え付け	113
<b>Instalación de maquina (Instalación de la maquina perforadora)</b>	機械据え付け	20
<b>(j)</b>		
<b>Junta de Saneamiento/Comisión administrativa del agua</b>	水管理委員会	115
<b>(l)</b>		
<b>Ley de Ghyben-Herzberg's</b>	ガイベン・ヘルツベルグの法則	12
<b>Limpieza del pozo</b>	井戸洗浄	6
<b>Lista de comunidades rurales</b>	村落リスト	66
<b>Longitud del tubo para bombeo</b>	揚水管長	118
<b>(m)</b>		
<b>Maquina para movimiento de tierras</b>	土工機械	88

Maquina perforadora	さく井機	38
Maquina perforadora con mesa rotatoria	ロータリーテーブル式さく井機	127
Maquina perforadora de percusión	バーカッション型さく井機	96
Maquina perforadora rotatoria	ロータリー型さく井機	126
Maquina perforadora rotatoria con transmisión vía cabezal	トップドライ式ロータリー型さく井機	90
Materiales para perforación	さく井材料	41
Método a chorro	ジェット工法	49
Método de perforación	掘削工法	24
Método Kazusa de perforación /Perforación con el Método Kazusa	上総掘り	13
Método Swabbing de desarrollo de pozo	スワッピング工法	62
(n)		
Nivel de agua subterránea	地下水位	69
Nivel dinámico	揚水水位	119
Nivel estático del agua	自然水位	53
Normal de lodo/Circulación reversa	泥水の正循環／逆循環	80
(p)		
Perforación	さく井	37
Período precámbrico	先カンブリア紀	64
Pieza de repuesto(repuestos)	スペアパーツ	61
Pozo	井戸	4
Pozo de agua	水井戸	114
Pozo de observación	観測井	18
Pozo excavado a mano(pojo domiciliario)	手掘り井戸	83
Pozo excavado/Pozo superficial	浅井戸	1
Pozo profundo/pozo tubular	深井戸	107
Pozo surgente	自噴井	54
Presa subterránea	地下ダム	74
Profundidad del pozo	井戸深度	5
Prospección eléctrica	電気探査	84
Prueba de bombeo	揚水試験	120
(q)		
Qanat	カナート	15
(r)		
Recarga	涵養	19
Recarga de agua por derrame	漏水涵養	125
Registro de pozo (Registro eléctrico)	検層	29
Relleno de grava	砂利充填	56
Residuo de perforación	カッティングス	14
(s)		
Sistema de abastecimiento comunal	共同水栓システム	21
Sistema de abastecimiento por conexión domiciliar	戸別給水システム	31

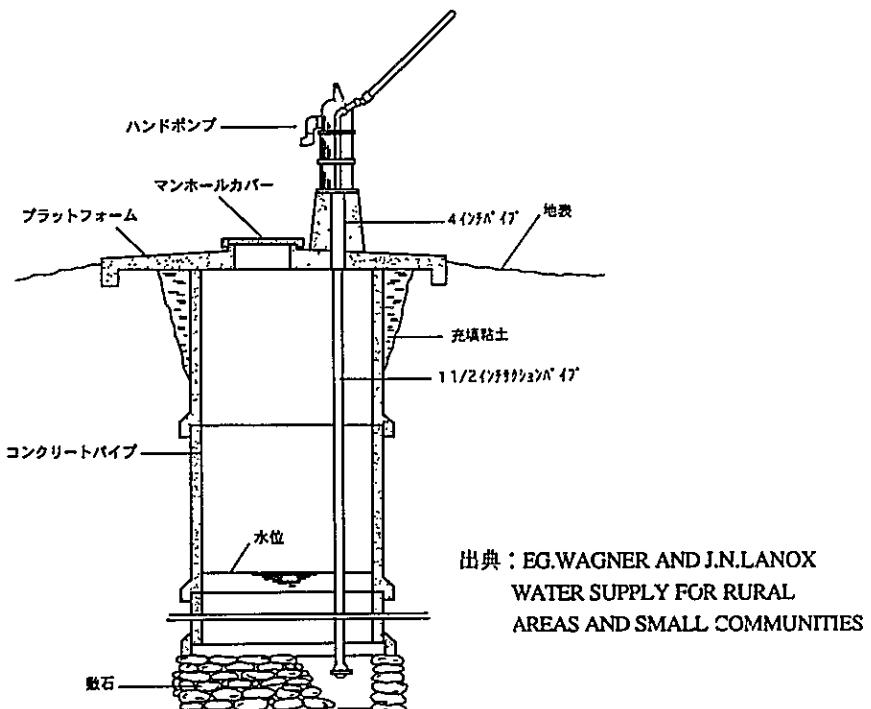
Sistema de comunicación por radio	無線通信システム	116
Sistema de fuente puntual	点水源システム	85
Situar localidades	サイティング	34
Sub	サブ	47
Superficie freática	地下水頭	72
(t)		
Teoría de la captación de agua del pozo	井戸の集水理論	8
Trabajo de perforación	さく井作業	42
Trabajo de revestimiento	ケーシング作業	25
Trabajo/movimiento de tierras	土工	87
Traslado entre localidad	サイト間移動	35
Tubería de trabajo	ワークケーシング	128
Tubo/barra de perforación	ドリルパイプ	93
Tubo/entubado para revestimiento	ケーシングパイプ	27
(v)		
Vehículo de apoyo	支援車輛	51
(z)		
Zona de surgencia	自噴帶	55

## [ア]

### 「浅井戸」 (shallow well)

手掘りのタテ井戸で不透の地下水を対象としており、一般の井戸に対し、不透水層まで達していないものを浅井戸と呼ぶ。浅井戸は口径1m前後、ツルベで水を汲んでいるものが多く、ポンプをつけるために閉ソク井戸にしてあることが多い。深さは普通数m～数10m（一般的には10m前後）で、浅井戸、深井戸の定義は各國まちまちであるが、わが国では一般に30m以浅の井戸を浅井戸としている。

沖積低地では円石または角石の石積あるいはコンクリート枠の筒井戸が多いが、中には地表近くだけを石で積みあとは素掘りの円井戸もある。洪積台地や扇状地でも掘井戸が主であるが、一般に沖積低地に比較して水位が深く、岩石もしまっているので、素掘りの円井戸が多く、筒井戸やタケノコ井戸またはマイマイ井戸などがある。揚水方法としては沖積低地ではハネツルベ、手押しポンプ、ツルベがあるのに対し、台地や扇状地では水位の比較的浅いところで手押しポンプ、深いところではツルベ、2～3段の手押しポンプが用いられている。最近はモーター付きのポンプも普及している。



浅井戸の構造図

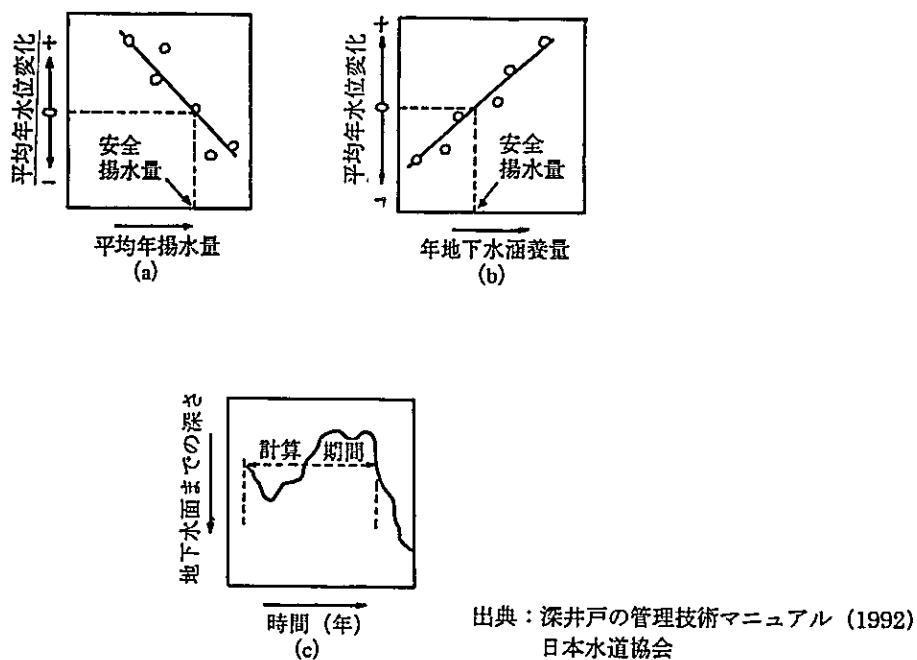
「後片付け」 (site clearance)

さく井工事の一連の作業が完了したらさく井班は次のサイトへ移動するが、資機材の車輛へ積み込み、泥水ピットの埋め戻し、サイト全体の清掃等の後片付けを行う。約半日程度の工程が必要である。その後、揚水試験チームが各種揚水試験を実施する。

「安全揚水量」 (safe yield)

地下水域（水盆）の水収支の均衡を崩さないで長期的に取水できる揚水量を一般に安全揚水量という。

Todd (Todd, D.K.) は、具体的には水資源の枯渇、揚水コストの上昇、水質の悪化、既得水利権の侵害、地盤沈下の発生など好ましくない結果をまねくことなく地下水域から取水可能な水量と簡潔に定義した。水収支の均衡を要件とした場合の安全揚水量はヒル (Hill) 法 (図a)、ハーディング (Harding) 法 (図b)、地下水位変化ゼロ法 (図c) などによって求められる。ヒル法では年間の水位変動が 0 であるときの平均年揚水量を、ハーディング法では地表水と交流する地下水の水位の年変化が 0 のときの涵養量を、地下水位変化ゼロ法では水位が始点と終点で一致する長期間の平均揚水量を安全揚水量としている。しかし、水収支の均衡を要件とした安全揚水量の決定は更新性不圧地下水の場合は可能であるが、非更新性の被圧地下水のような場合はその他の要件を考慮に入れる必要があり、困難である。ただし、水収支の均衡を要件とした場合もある期間の過大揚水は自然状態での流出量を減少させた上で新たな平衡状態を生み、地下水利用に伴う障害（例えば湧水の枯渇など）を発生させことがある。安全揚水量は地下水の更新性を前提とする限り健全なものであるが、非更新性の被圧地下水の利用にあたり再検討が必要とされる。



安全揚水量の概念図

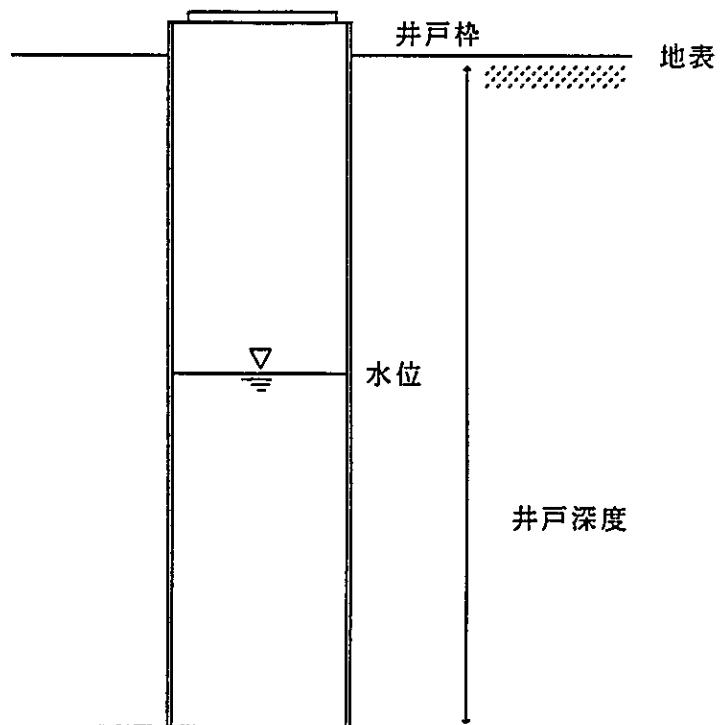
[ イ ]

「井戸」<sup>いど</sup> (well/borehole)

帶水層まで土を掘り、地下水を集め、汲み取る構造物を一般に井戸という。掘削する方向により堅井戸、横井戸、斜井戸に区分される。井戸は、構築方法、構造、深さ等によって「浅井戸」、「深井戸」、管井、「手掘り井戸」等いろいろな分類及び呼称がある。日本では、深さ30mを限界として「浅井戸」、「深井戸」を区分しているが、各国まちまちであるので要請書をよく読んでおく必要がある。欧米ではさく井機を用いて掘った井戸をtubewell(米系英語)、borehole(英系英語)、forage(仏語)と呼び、手掘り井戸hand-dug well(英語)、puit(仏語)と区別している。また、アフリカ諸国では深さに関係なく、人力で掘削した場合を浅井戸(shallow well)、掘削機械を使って掘削した場合を深井戸(deep well)と称しているケースもあるので注意が必要である。

「井戸深度」 (well depth)

一般に地表から井戸底までの深さを井戸深度という。



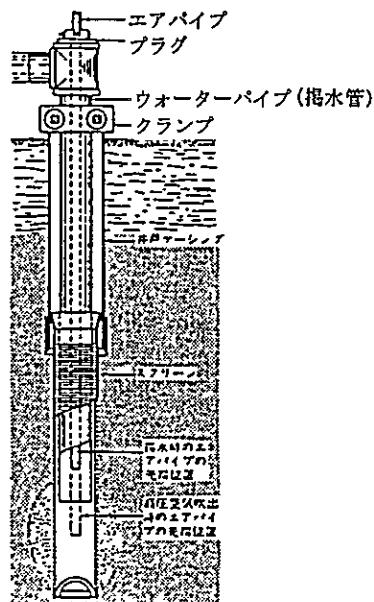
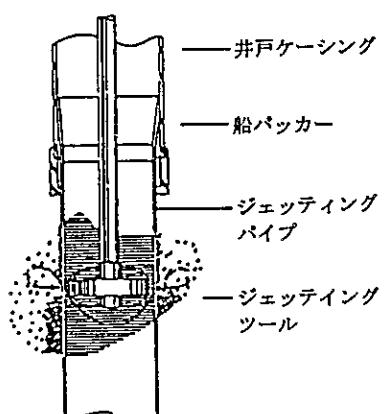
出典：日本国際協力システム  
井戸の深度

## 「井戸洗浄」 (well development)

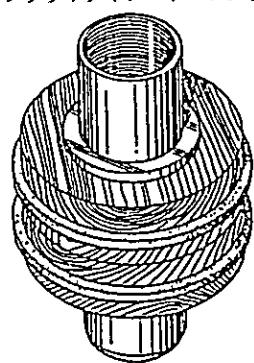
井戸の「ケーシング」、「砂利充填」が終って、ケーシング内の泥水を清水に置換するため排泥を行う。排泥はジェッティング (Jetting:スクリーンの内部から外部に向けて水を噴射させ、スクリーンの孔を開け、地下水を誘導する工法)、エア・リフティング (Air lifting)、清水注入、サージング (Surging:ケーシング内にワイヤーで吊したピストン状の工具を降下し、その上下運動による吸引力でスクリーンの外側に形成された泥壁を破壊し、細かい砂粒子を採水層から引き出し、水みちを開け、地下水を誘導する方法)、ベーリング (Bailing) 等の方法で行われる。この作業は、井戸の揚水能力を決定づける重要な工程であって、通常丸1日間、念入りに行う必要がある。

エアリフト設置による仕上げ工作 (UOP Johnson Div. 原図)

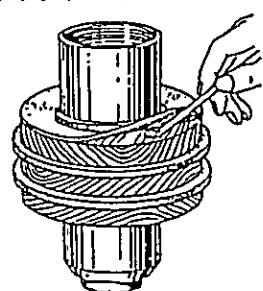
高速度ジェッティングの概要 (UOP Johnson Div. 原図)



ソリッドタイプ サージプランジャー



バルブタイプ サージプランジャー



出典：(株)利根

井戸洗浄ツールス 及びエアリフト工法

いと だいちょう  
「井戸台帳」 (well inventory)

井戸台帳とは、掘削された井戸に関する全ての情報が記入された台帳である。台帳の中には、井戸完成年月日、地質柱状図、揚水記録、水位記録、揚水試験記録、水質分析記録、井戸構造図、電気検層図、井戸の改修の記録等を中心に記載する。この井戸台帳は地下水調査を実施する場合の基本的な情報として活用されている。

SITE:		PRIORITY:		NO. 1		
<b>1. NATURAL CONDITION</b>						
A. Area (km <sup>2</sup> )						
B. Location	Latitude:		Longitude:			
C. Form of Settlement	Circular,	Linear,	Radial,	Several Centers,	Others	
D. Population	Male:		Female:	Total:		
Population Density						
E. Number of Household						
F. Population Growth Rate						
Migratory Rate of Refugees						
G. Number of Livestock	Cattle:			Sheep:		
	Goat:			Others:		
H. Mean Temperature by Month	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.		
	Feb.	May	Aug.	Nov.		
	Mar.	Jun.	Sept.	Dec.		
I. Rainfall by Month	Jan.	Apr.	Jul.	Oct.		
	Feb.	May	Aug.	Nov.		
	Mar.	Jun.	Sept.	Dec.		
<b>2. USE OF WATER</b>						
A. Water Source	Underground Water		Surface Water (River, Lake, Pond, Spring, other)			
	Not Available					
B. Population of Water Supply	Population of Water Supply:			Water Supply Area		
C. Water Supply System	Well- (Dug, Tube, Other)			Tap Water Supply:		
D. Current Water Consumption						
E. Water Supply Coverage						
F. Livestock using Water Supply System	Species:	Number:	Species:	Number:		
	Species:	Number:	Species:	Number:		
	Species:	Number:	Species:	Number:		
	Species:	Number:	Species:	Number:		
G. Current Quantity of Water Supply	Satisfied:			Dissatisfied:		
H. Service Area	Name of Settlement:			Area (km <sup>2</sup> ):		
I. Use of Water other than for Drinking Water						
J. Water-Related Diseases	Kind:	No :	Outbreak Rate:	Other:		
	Kind:	No :	Outbreak Rate:	Other:		
	Kind:	No :	Outbreak Rate:	Other:		
	Kind:	No :	Outbreak Rate:	Other:		
K. Sanitary Problems						
Water Quality	Drinkable:			Not Drinkable		
Coverage of Toilet	More than 70%			30% ~ 70%		
				Less than 30%		

出典：日本国際協力システム（1994）

いど しゅうすいりろん  
「井戸の集水理論」 (theory of well hydraulics)

井戸から揚水を開始すると、井戸周辺の地下水位が当初は急激に、そして時間の経過とともに徐々に緩慢な降下を示し、最終的には一定の水位に落ち着く。これは揚水によって井戸の周辺に逆円錐状の水圧勾配ができ、井戸へ向かう地下水流量が「揚水量」とバランスする現象であって、井戸の集水理論と呼ばれている。井戸の集水理論による水理解析方法にはThiem らによる平衡式とTheiらによる非平衡式がある。

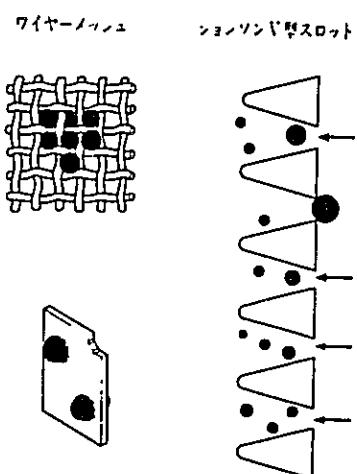
## 「井戸の目詰まり」 (clogging of well)

井戸は長期間使用していると揚水量が低下することがある。この場合に考えられる原因として井戸（スクリーン）の目詰まりがある。

地下水は、溶解性の無機質と地下に生息する生物を含有し、時々鉄、マンガン、硫黄バクテリアを含んでいる場合もある。このため地下水には鉄バクラソアや硫黄バクテリアが繁殖していることがある。鉄バクテリアは菌体内またはその表面に鉄やマンガンなどを酸化し、沈着する分裂菌類で、帶水層、深井戸のケーシング、揚水管の内面に着生し、目詰まりの原因になる。同様に硫黄バクテリアも集落が粘着膜を形成するために、パイプ等を閉塞させる場合もある。

この他に、スクリーンの目詰まりの原因としては、井戸仕上げ作業の不完全、充填用砂利の選別ミス等によって、砂や礫がスクリーンに付着し、揚水量を減少させることもある。

一方、注入用の井戸では注水を継続すると、注水中のごみやシルト、細砂などの浮遊物質などによってスクリーンや地層の閉塞が生ずることもある。

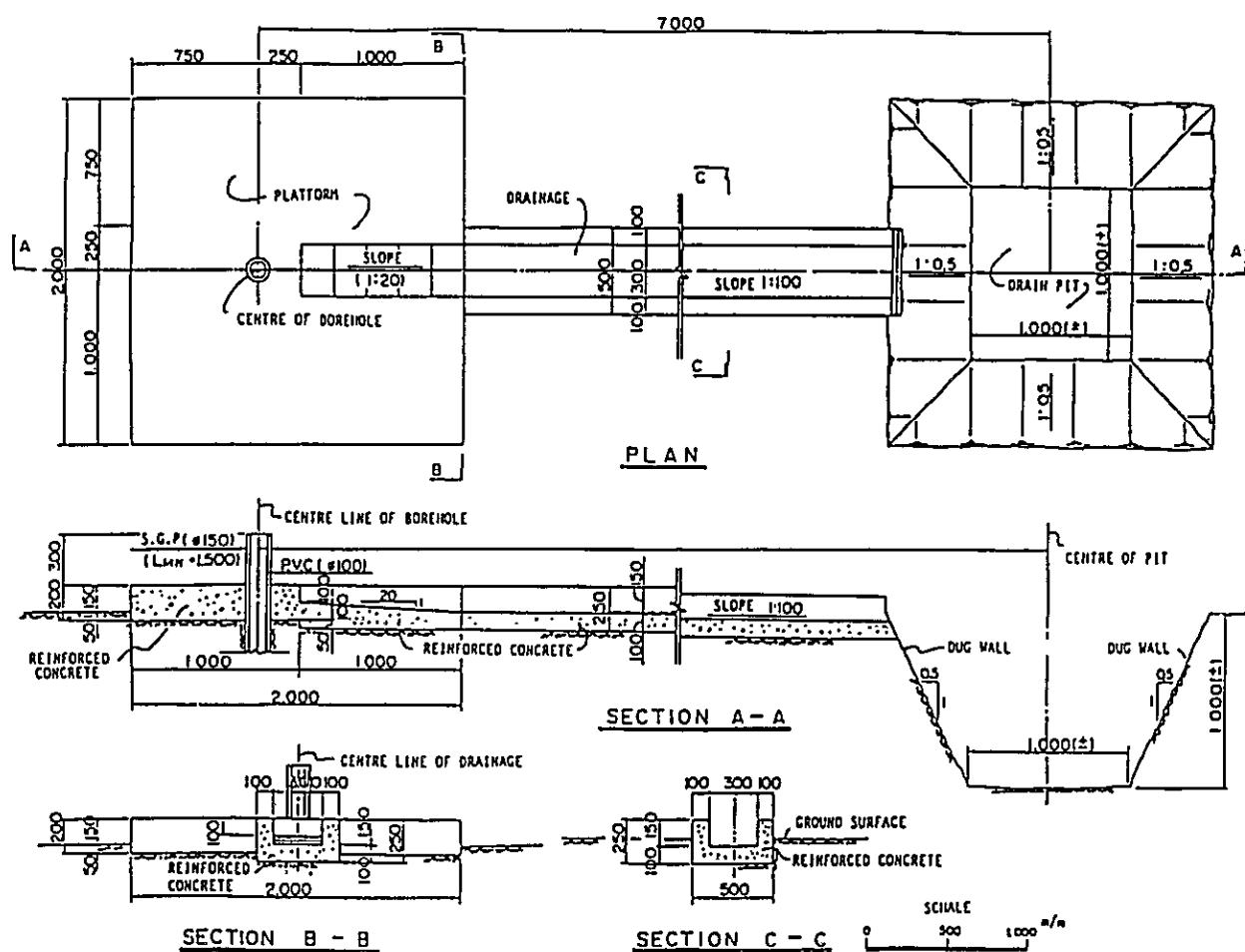


スクリーンの目詰まり概念図

出典：山本 荘毅  
地下水学用語辞典 (1985)

「井戸付帯施設」(well head facilities)

井戸施設において、深井戸地上部の衛生状態の維持及び水汲み作業の利便を図るために設けられる付帯設備を一括していう。井戸の周辺に設置されるコンクリート製の水叩き (concrete pad) 、排水処理のための排水溝 (drainage ditch) 漫透ピット (drainage pit) 及び家畜給水槽 (animal trough) 等が含まれる。

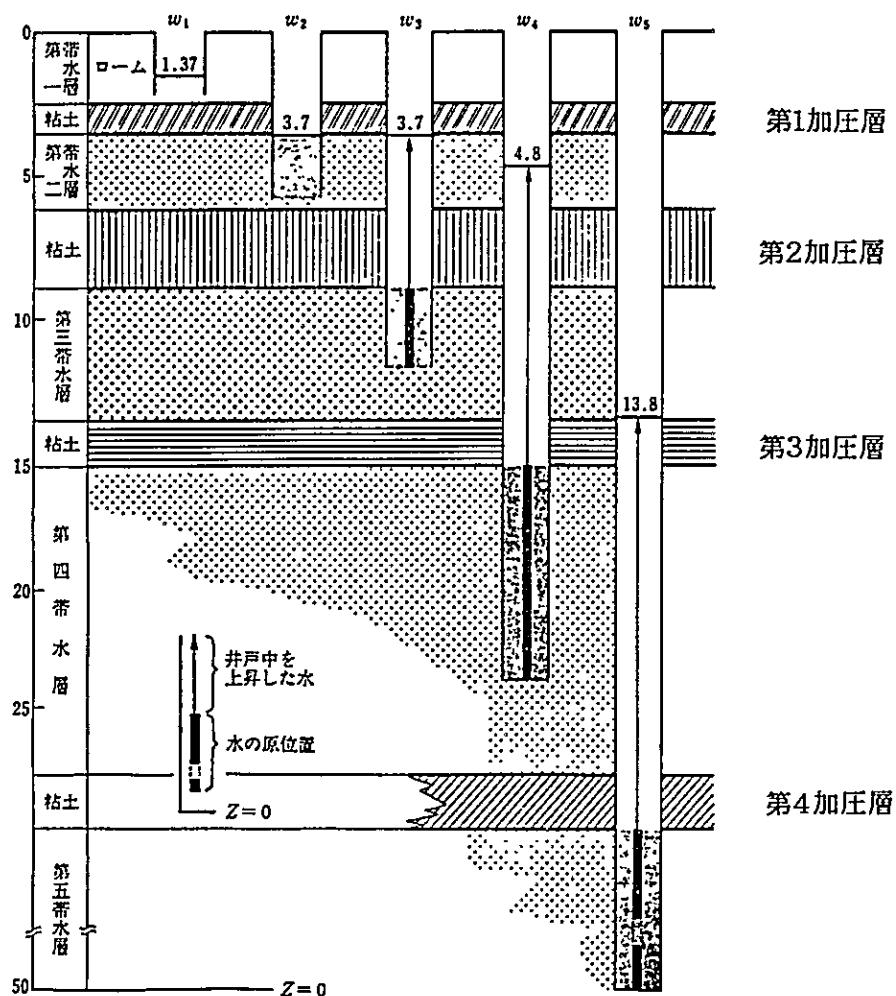


出典：日本国際協力システム（1994）

[ 力 ]

か あつそう  
「加压層」 (confining layer or bed)

一般に、難透水層が被圧帶水層の上下に位置し帶水層の水頭を規制していることから加压層と呼ばれる。



筑波における深さの異なる井戸の水位

出典：山本 莊毅  
地下水学用語辞典（1992）

## 「ガイベン・ヘルツベルグの法則」 (Ghyben-Herzberg's principle)

海岸の地下水は、陸から海に向かって流出する淡水の層と、海から地中に侵入する海水の層とが比重の関係で動的平衡を保っている。この法則をガイベン・ヘルツベルグの法則という。

海岸や島では海水が陸地の地下水層の下部にくさび形に侵入するので”塩水くさび”と呼ばれ、島の場合には”淡水レンス”とも呼ばれる。

いったん海水が侵入すると、その井戸の水質は数年間も回復しないことがある。

また、河川下流部では、河川改修や砂利の大量採取によって海水が意外に上流まで侵入することがあり、特に、渇水期に甚だしい。

これらのことから、海岸部に井戸を選定する場合は、できるだけ海岸と取水井との間に観測井を設け、自然水位と水質の変化を監視するのが望ましい。

しかし、観測井が設置できない場合は、当該取水井の水質検査を実施し、安全を確認するとともに、継続して水質監視を行う必要がある。

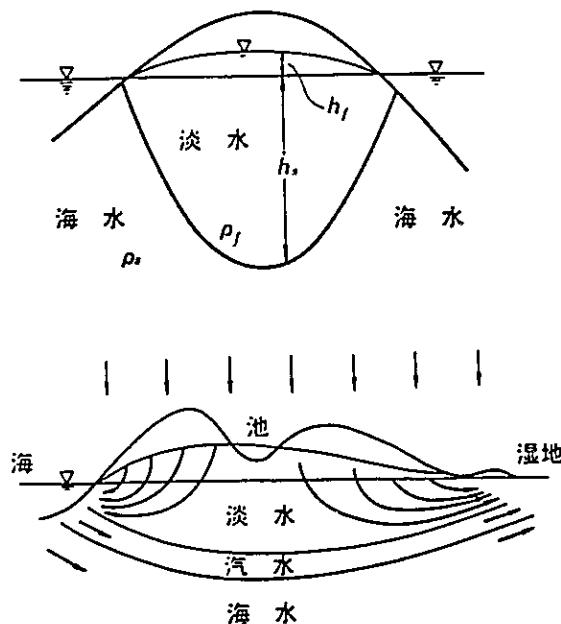
ガイベン・ヘルツベルグの法則は基本的に次式で示される。

$$\rho_s h_s = \rho_t (h_t + h_s)$$

$$h_s = \frac{\rho_t}{\rho_t - \rho_s} h_t$$

すなわち、 $\rho_s = 1.025$ ,  $\rho_t = 1.000$  とすれば、 $h_s \approx 40h_t$  である。

この法則によれば海岸または島の地下水位が海水面標高と一致したとき ( $h_f=0$ )、淡水は消滅することになる。

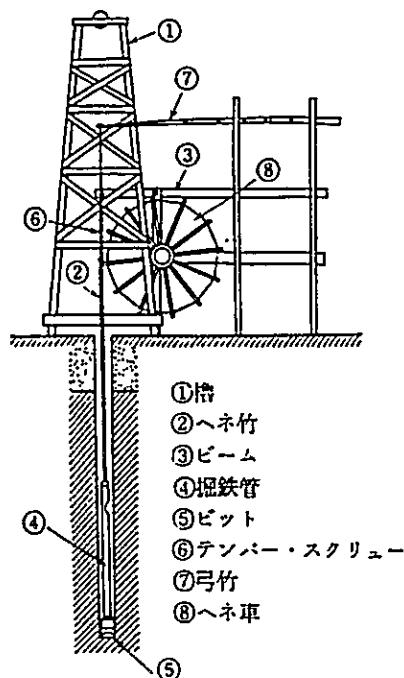


出典：山本 荘毅  
新版地下水調査学（1983）

ガイベン・ヘルツベルグ法則の概念図

## 「上総掘り」 (Kazusa-bori)

江戸時代の文化年間に、現在の千葉県君津市において発祥した井戸掘りの技術。現在では、機械掘り技術の普及で日本では全く利用されていないが、東南アジアやアフリカにおいてNGO が上総掘りによる技術の移転と井戸の掘削を行っている。バーカッションの原型で、国の重要有形民俗文化財に指定されており、その用具は千葉県立上総博物館に所蔵されている。上総掘りの主な用具は、地中に入れて作業をするために使用する掘削系と地上部で作業するために使用する動力伝達系の2つの系統に分類できる。掘削系用具には、井戸掘削時に底部の層に打ち当てて破壊を行う鉄管と、粘土水に浮遊・沈殿させた掘りくずを吸い上げて井戸穴を清掃する吸子（スイコ）がある。動力伝達系用具には、井戸穴内部に入れた掘削系用具をつるし、掘削のための動力を伝達するヒゴ、鉄管をつるしたヒゴとロープで結び、竹の弾力性を使って上下のピストン運動を促す弾木（はねぎ）、掘削作業を行うとき、作業者が手をかけるための撞木（しゅもく）などがある。



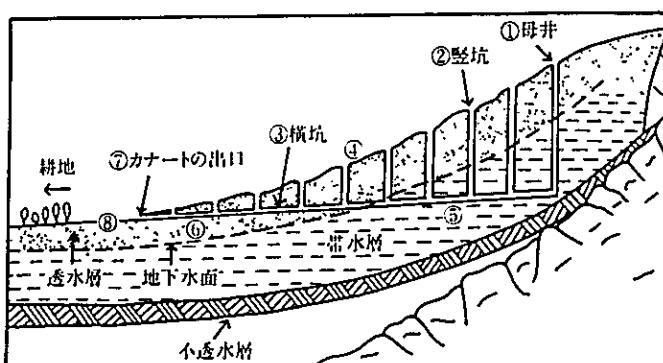
出典：酒井 軍治郎  
応用地下水学 (1966)

## 「カッティングス」 (cuttings)

さく井作業に伴い、「ピット」の切削作用によって排出される掘り屑で、スライム (slime)と呼ぶこともある。回転ボーリングの場合には、ピットに回転を与えるながら掘り進んでいくが、回転だけでは掘れず、ピットに回転と給圧（スラストまたはピット圧ともいう）を与えるとともに、カッティングスを地上に排出しなければ掘進できない。通常地質の判定は、このカッティングスによって行う。ただし、カッティングスによる地質の判定はコアーボーリングに比べて精度が低い。

## 「カナート」 (ghannat)

北アフリカに分布する隧道式地下水取水施設。中近東や中央アジア等にもこれと類似した施設がみられ、イランではカナート (ghannat またはganat) と呼ばれている。緩傾斜で比較的水を得やすい扇状地などにある。水量は年間を通じて比較的安定しており、生活用水・家畜用水・プランテーション等、依存度が高い。横坑と豊坑からなり、横坑は集水の役割も果たすが、むしろ送水機能として重要である。灼熱による水の蒸発と温度の上昇を防ぎ、送水効果を上げるために、送水区間における暗渠の部分が長くなっている。横坑の総延長は扇状地で 5 km程度、高原で 35kmほどである。豊坑は横坑の掘削時の換気と土・砂・礫の搬出上必要とされたものであり、他の役目はない。豊坑の深さは数mから数十mで、35~300mの間隔で設けられている。坑は素掘りしただけのものもある。地盤の悪いところでは崩壊しやすいため、石材や瓦を用いた枠組で補強されている (→マンボ)。



カナートの各部分の名称は次の通り ①マーダル・チャ (mādar chāh) = 水原部最先端の豊坑 ②ミーレ (mīleh), チャ (chāh) ③クーレ (kūreh), マジュラー (majrā) ④ボシュテ (poshteh) = 豊坑と豊坑の間の土地 ⑤アーブ・デ (āb deh) = 横坑の中で帶水層の部分 ⑥ホショケ・カール (khoshkeh kār) = 同じく透水層の部分 ⑦マズハル (mazhar) ⑧ハランジュ (haranj) = カナートの掘割りの部分  
マズハルの所では、通常、水面は地平面より低く、掘割りが少し続く。

(出所: H. E. Wulff, *The Traditional Crafts of Persia*)

出典：岡崎 正孝  
カナート・イランの地下水路 (1994)

「間隙水」 (pore water)

砂礫、砂、粘土などの土粒子や岩石の間隙を満たしている水分をいう。土壤や岩石には非常に多くの開孔 (opening) があり、地層や土層中には斜交した割目ができる。地下の水分はこれらの隙間や割目を伝わって下方に移動するのである。

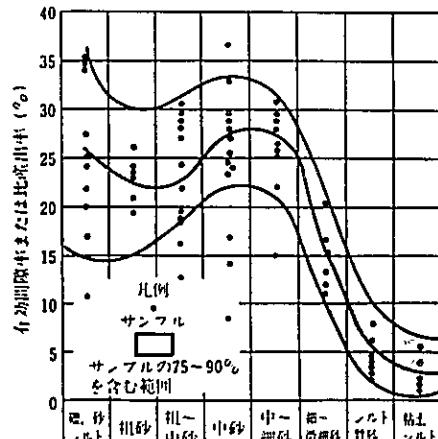
**「間隙率」 (porosity)**

岩石や土壤中の間隙の体積 $V_v$ と固体物質の全体積 $V$ との比を間隙率( $n$ )といい、

$$n = V_v/V \times 100 \ (\%)$$

で表される。間隙中における地下水の運動に関しては、水の流動に関与するものとしないものとを区別するために有効間隙率\* (effective porosity)が必要となり、普通の間隙率を全間隙率 (total porosity) ということがある。現存する物質の概略の間隙率は表に示すような値として測定されている。一般に地表近くの土壤は、土壤物質・空気・水分の三相からなっている。このうち、空気と水分が間隙を満たしている。関東ローム層では間隙率が80%にも及んでいるが、個々の間隙には大きなものほか微細なものまであって、すべての間隙が水をよく通すわけではない。堅硬ち密な堆積岩や火成岩では、間隙率が小さいが、破碎された岩石では大きいことがある。また、溶岩や石灰岩の空洞では部分的に異常に間隙率の大きいことがある。間隙率を決定するのに間隙容積や土粒子容積を測定することはむずかしいので、土砂粒の真比重 $\rho$  (ローと読む)、見掛けの比重 $\gamma$  (ローバーと読む) を測って計算する。

物 質	間隙率 (%)
関東ローム	65~85
シルト粘土	50~60
細 砂	40~50
中 砂	35~40
粗 砂	25~35
粗 磚	20~30
砂 磚	10~30
ち密な岩石	<1
割れ目のある風化した火成岩	2~10
透水性のいい新しい玄武岩	2~5
多孔質溶岩	10~50
凝灰岩	30
砂 岩	5~30
石灰岩	10~20



有効間隙率と粒径の関係

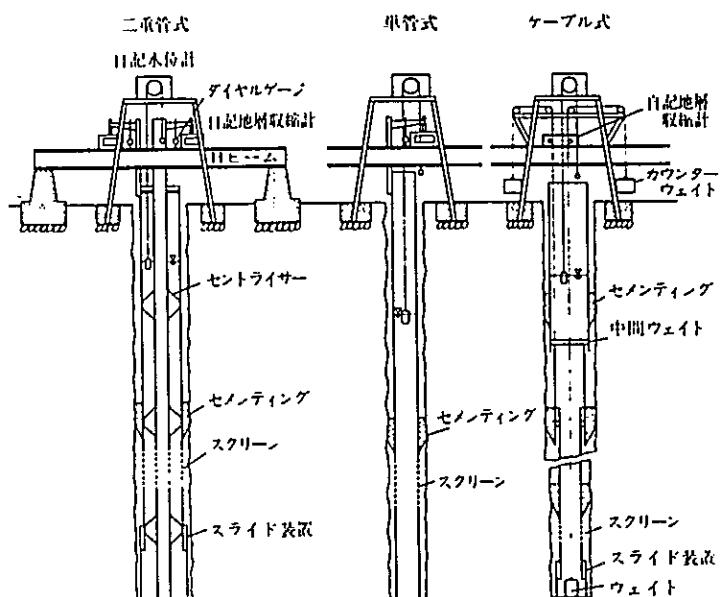
出典：河野 伊一郎

地下水工学 (1989)

「観測井」 (observatory well)

地下水調査のための観測用井戸のことをいう。観測井を適当に配置して、地下水の水位を測定し、地下水の流動方向、流速、水量等を知るための資料とする。

観測井は設置目的により構造が決定されるが、一般に口径の小さいこと（原則として100mm以下）、適当な長さのスクリーン（長さ少なくとも1～2m）を持っていいることが必要である。



観測井の構造図

出典：水収支研究グループ  
地下水資源・環境論（1992）

「涵養」 (recharge)

降水などによる地下水の涵養のことであり、河川水が河床から伏没浸透して地下水を涵養する場合には伏没河川という。しかし、河川による地下水の涵養は降水による直接涵養に比べれば量的には無視できるほどで、大部分の地下水は降水から直接供給されたものである。人工的に地下水を涵養する場合は人工涵養と呼び、自然状態での涵養と区別している。降水による地下水の涵養が起こるためには、まず供給源となる降水量がなければならない。降水をほとんどみない乾燥地域における地下水の涵養は遠く離れた涵養域で行われる。降水があっても地表面が非浸透性であれば水の地中への移動がさまたげられるから、涵養が起こらないし、降水量が地表の浸透能を超えると地表の流出が増えるだけで、浸透量は増えない。涵養の最低条件は地表面からの蒸発散によって失われた土湿をうめ合わすだけの降水量を必要とする。有効な涵養をもたらす降水は土湿の要求を充たしてなお余りあるものでなければならない。

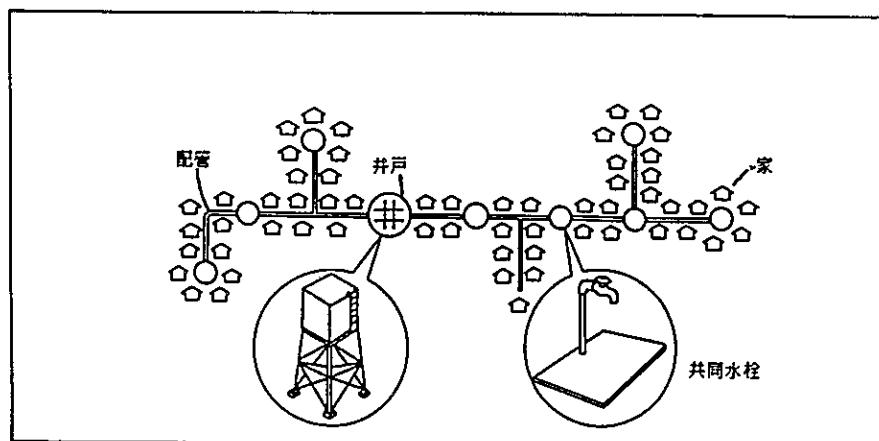
[ キ ]

「機械据え付け」 (rig erection)

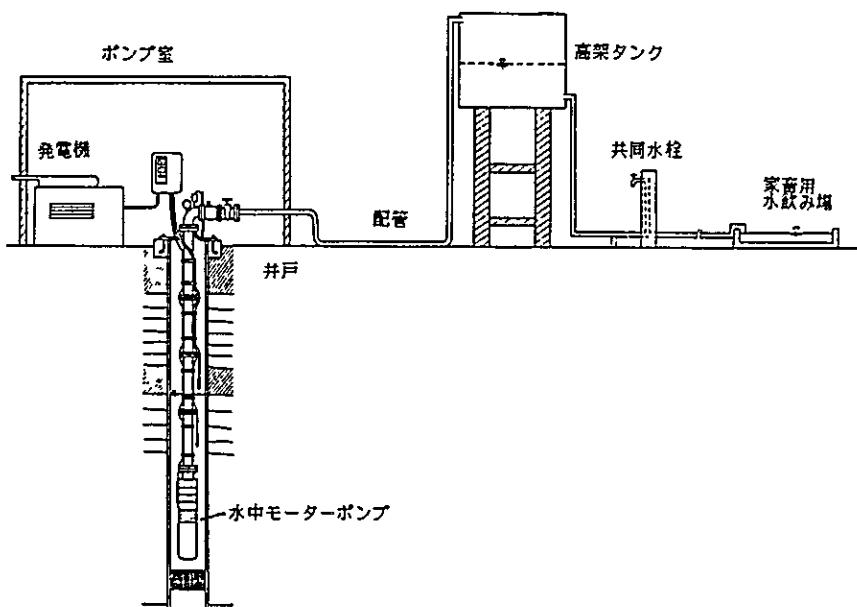
さく井機、コンプレッサー等機器のさく井地点への据え付け、資材の配置、泥水  
ピットの掘開、泥水の調整等のさく井に先立つ一連の準備作業をいう。通常、半日  
程度の工程を必要とする。

きょうどうすいせん  
「共同水栓システム」 (public-faucet system/standpipe system)

水源施設からパイプにより配水し集落内に設けた複数の共同水栓まで利用者が出向いて利用するもの。人口 1,000から50,000の人口密度の高い大規模村落或いは地方都市に適用される。施設は、水源、浄水設備、揚水設備、送水管、貯水槽、配水管、共用栓等の構成となる。

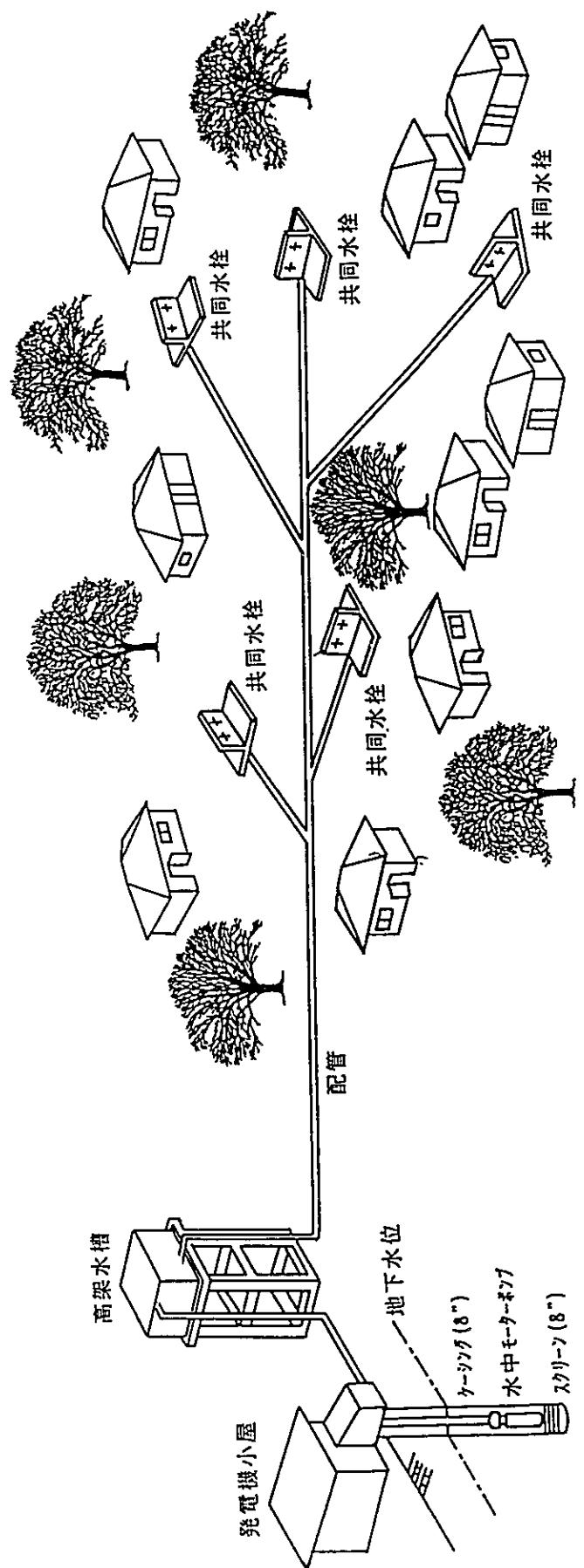


共同水栓システムのフロー



出典：日本国際協力システム（1994）

共同水栓の概念図



出典：日本国際協力システム（1994）

小規模給水施設概念図

[ ク ]

「掘削口径」 (drilling diameter/drilling size)

深井戸の掘削に用いるピット径を意味する。インチサイズとmmサイズが併記されることがある。掘削口径は、掘削完了後のケーシング挿入を前提にしているため、井戸最終口径よりも広く掘る必要がある。

「掘削工法」 (drilling method)

掘削工法は下表のようまとめられる。

掘 削 工 法

区 分	特 徴 及 び 概 要	掘削方法	回 転 掘 削	上 下 掘 削	排 泥 正循環
バーカッショ n ボーリング	ピッドを一定の高さに吊り上げてから自由落下させその衝撃により掘進する。深い掘削法の中で最も古い歴史がある。機器は安いが、固結層には不適である。	打 撃	しない	ワイヤー	ペイラー
スピンドル型 ロータリー ボーリング	ドリルパイプを固定したスピンドルを回転及び上下させて掘進する。コンパクトでコア掘に適する。	回 転	スピンドル	スピンドル	泥 水 正循環
テーブル型 ロータリー ボーリング	ロータリーテーブルによりドリルパイプを回転し、吊り上げワイヤーにより上下し掘進する。大きな回転力を与えることができるが、大型機となる。	回 転	ターン テーブル	ワイヤー	泥 水 正循環
トップヘッド型 ロータリー ボーリング	ドリルパイプの上部の油圧モーターにて回転し、油圧ジャッキにより上下して掘進する。比較的小型軽量となり、ドリルパイプの操作等能率が良いため、現在さく井機の主流となっている。	回 転	油 圧 モーター	油圧ジャッキ	泥 水 正循環
リバース ロータリー ボーリング	掘削泥水の流れがボーリング孔からボーリングパイプに向かう逆の方法。多量の泥水を使用し、比較的大口径に適する。	回 転	スピンドル ターンテーブル 油圧モーター	スピンドル ワイヤー 油圧ジャッキ	泥 水 逆循環
エア ロータリー ボーリング	ロータリーボーリングの泥水のかわりに圧縮空気を用いて排泥する。能率は良いが、深掘りはできない。	回 転	スピンドル ターンテーブル 油圧モーター	スピンドル ワイヤー 油圧ジャッキ	圧縮空氣 発砲剤 正循環
D T H	エアロータリーのドリルパイプの先端のエアハンマーに回転を与ながら、打撃して掘削する方法である。固い岩盤掘削に適している。能率はきわめて良いが、深掘りはできない。	回 転 と打撃	スピンドル ターンテーブル 油圧モーター	スピンドル ワイヤー 油圧ジャッキ	圧縮空氣 発砲剤 正循環

## [ ケ ]

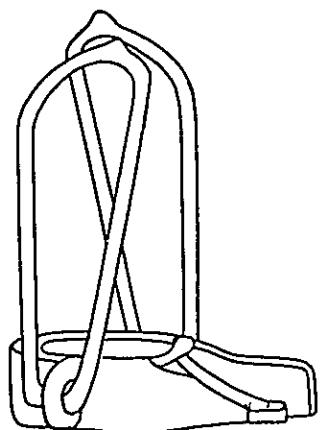
### 「ケーシング作業」<sup>さぎょう</sup> (casing work)

井戸壁の崩壊あるいは細砂・シルト等の井戸内への流入を防止するため井戸内に挿入するケーシングパイプ類の設置作業をいう（詳しくは「ケーシングパイプ」を参照）。

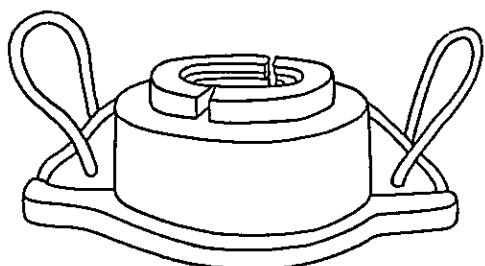
完成した井戸壁の保護のための「永久ケーシング」と、さく井作業中の一部分に施工する「作業ケーシング」の場合がある。作業ケーシングは、保孔上最良の方法であるが以下のような欠点も見られる。1)ケーシング挿入ごとに孔径は小さくなり、掘削器具をそのたびに変更しなければならない。2)ケーシング挿入及び回収の手間を必要とする。回収不能のため、孔内放棄を余儀なくされることがありうる。3)ケーシング挿入及び回収のための機材を必要とし、初期投資が大きい。4)ケーシングが挿入されると測定不可能な検層が多い。以上のことから、井戸の目的によりケーシングの挿入をできるだけ少なくするよう努力することもある。

「ケーシングツールス」 (casing tools)

ケーシングパイプを孔内に挿入するための吊具等のツールス類及び作業用ケーシングパイプ並びにそのツールス類のことをいう。



ケーシング エレベーター



ケーシングリング

ケーシングツールス

出典：鉱研工業カタログ

## 「ケーシングパイプ」 (casing pipe)

井戸の掘削に際し、孔壁の崩壊防止あるいは水止めなどの目的で孔内に挿入されるパイプのことと、単にケーシングと呼ぶことがある。一般にケーシングシューを付けて回転させながら孔内に挿入する。さく井作業中に上部井壁の崩壊を防ぐために一時的に放置され、目的達成後抜管・回収される、作業用ケーシングパイプ (workcasing pipe) と、水井戸、温泉孔、観測孔などのように井戸の永久構造部材としての永久ケーシングパイプ (permanent casing pipe) がある。材質としては一般に鋼管が使用されるが、小口径井戸では軽量、安価、耐腐食の面から塩化ビニール (PVC)、グラスファイバー (FRP) 等のプラスチックのパイプが多用されている。付属品として、パイプを井戸の中心にセットするための「センタライザー」、「ボトムプラグ」(井戸底蓋) 等がある。

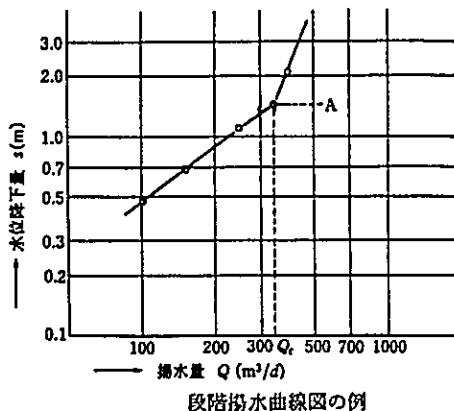
		S G P	F R P	P V C
物理的強度	曲げ荷重	—	650kg	160kg
	環片圧壊荷重	—	1,065kg	355kg
	引張り強度	30kg/mm	10,400kg	2,850kg
	継手部引張り強度	—	6,400kg	3,350kg
	衝撃に対する強度	非常に強い	やや弱い	弱い
科学的強度		塩類及び酸に対し侵食されやすい	強い	強い
温度上昇にともなうたわみ		問題になる程の変化はない	やや変化あり 60°C × 10分間でのたわみ量は最大 7 mm	変化が著しい 60°C × 10分間でのたわみ量は最大 35mm
価 格		高	中	低
接続方法		溶接またはネジ	接着剤またはネジ	接着剤またはネジ

注：S G P の物理的強度は、その試験基準はあるが具体的な提示数値は引張強度のみである。しかしながら、各強度は F R P 、 P V C に比べ、格段に強い。

## 「限界揚水量」(critical discharge, $Q_c$ )

井戸周辺の地下水の流れが層流から乱流に変わる変換点での揚水量のことをいう。

限界揚水量は、段階揚水試験（ステップ式揚水試験）により算出される。この方法は、揚水量をいくつかの段階にわけ最初の段階における揚水量のもとで揚水を行い、その時に起こる帶水層の水位降下が安定すると、次の段階の揚水量にかえてふたたび水位が安定するまで揚水を行うものである。これをグラフに示すと揚水量と水位降下量は、ある一定量までは正比例し、その量を超えると水位降下量が一気に増大していくことがわかる。このグラフの変曲点Aに当たる揚水量を限界揚水量 $Q_c$ という。



限界揚水量の概念図

出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

## 「検層」 (logging)

さく井作業の完了直後に井戸の裸孔において、取水層として選択すべき地下水層を決定したり、また既存の井戸において選択取水のための資料を収集したりするために、行われる地球物理学的手法による地層調査のことをいい、一般に「物理検層」という。普通に採用される方法には電気検層法 (electrical method) と放射能検層法 (radioactive method) に区別される。

井戸壁の電気抵抗、自然電位、中性子線総量 (ガンマ線)、井戸径、温度等を深度方向に連続して測定する。通常の井戸検層では、スクリーンパイプの設置深度の確認 (screen design) を目的とし、電気抵抗及び自然電位のみを測定する場合が多い。

電気検層は、地層の性質及び層厚を知るとともに帶水層の位置とその透水性の良否を判定するのに必要な検層である。比抵抗検層と自然電位検層 (SP) が良く用いられる。

### (1) 比抵抗検層

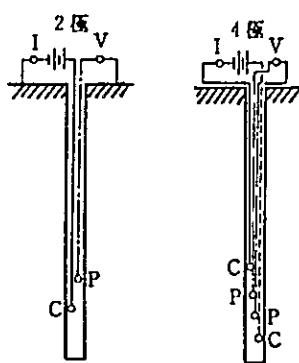
さく終了後、孔内に下げる電極プローブに電流を流して見掛けの比抵抗を測定する。この測定は、裸孔内で行う。下図の様に電流電極と電位電極の配置により2極法・4極法などの測定方法がある。水井戸の場合は、4極法が多く利用されている。また、自記録連続測定には2極法が利用されている。最低2種類の電極間隔で測定する事が原則で、短電極間隔は掘削口徑とほぼ同一長、長電極は、短電極の2~3倍の長さで測定する。求められた比抵抗値は地層の真の電気的比抵抗値でなく泥水を介在しての見掛け比抵抗値である。

測定結果と地質柱状図からスクリーン位置をきめ、ケーシングプログラムを作成する。

一般的に見掛け比抵抗と地質の関係は、次表の様である。

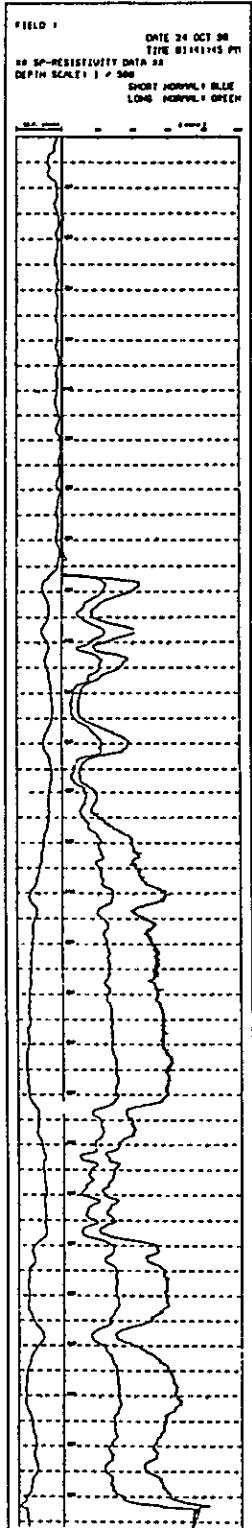
見掛け比抵抗値と地質の関係

見掛け比抵抗値 $\rho$ ( $\Omega \cdot m$ )	地質 (岩相)	帶水層区分	備考
20 以下	砂屑・砂礫	帶水層	強度の塩水化
50 以下	粘土・シルト・泥岩	難帶水層	
50~100	砂質シルト シルト・砂の互層	難帶水層~帶水層	
100~150	砂屑	帶水層	浸潤状態
150~300	砂碎屑	帶水層	浸潤状態
200~500	砾屑	帶水層	浸潤状態
500~1000	砂碎屑	地下水面より上	乾燥状態
1000以上	岩盤	難帶水層or裂隙帶水層	

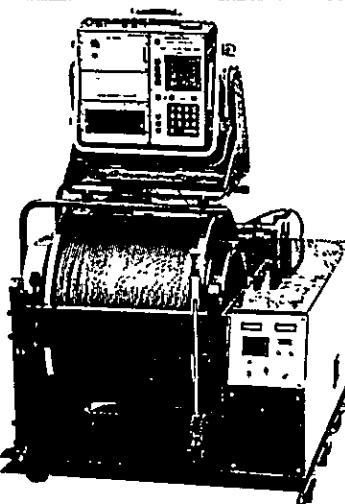


## 検層装置

■測定記録例



EL2000



2000m検層システム Model-3147

2000m検層システムは、特に地下水・温泉調査用に開発された検層機です。検層項目は、ノルマル比抵抗(電極  $a = 25,100\text{cm}$ )、自然電位及び温度です。最大測定深度は2000m(標準)となっています。測定はオートレンジになっていますので、操作が非常に簡単でかつ能率的です。また、データは測定時にレコーダー(1ch)でモニタできる他、3.5インチのフロッピーディスクに収録されます。



ジオロガーロギングウインチ350、800、2000



ウインチ(350m, 800m, 2000m)

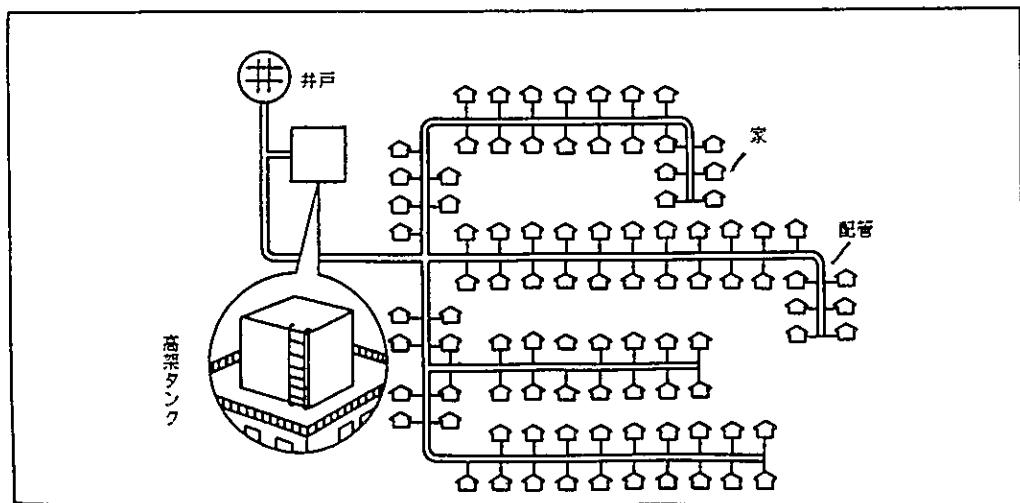
検層用ウインチとしては、GLW 350、-800、-2000 の3種類があります。4芯アーマードケーブルに対する巻き取り能力はそれぞれ350m、800m、2000 mです。

出典：応用地質（株）  
カタログ

[コ]

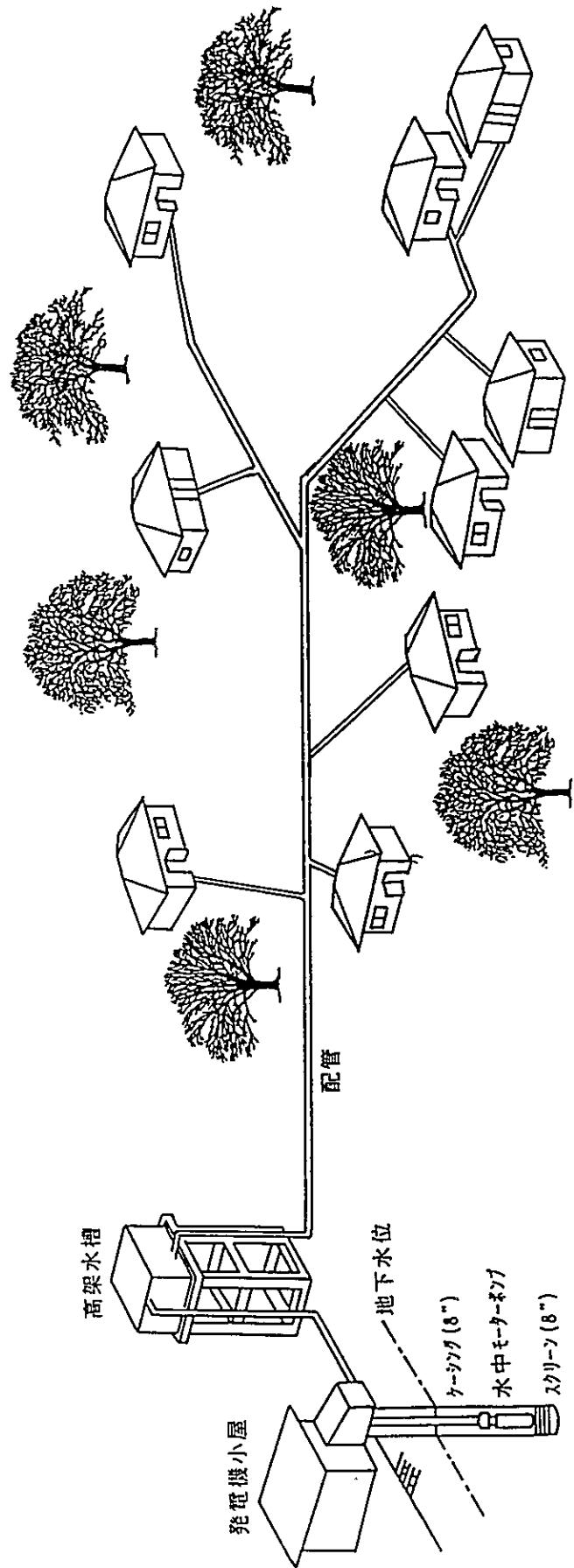
「戸別給水システム」 (house-connection system)

人口の密集した大都市の各家庭あるいは工場等の事業所の専用水栓に給水するもの。開発途上国では、首都圏中心部、地方行政中心都市に限定される。施設構成は、共用施設に配水管網を加えた大規模なものとなる。



出典：日本国際協力システム（1994）

戸別給水システムの概念図

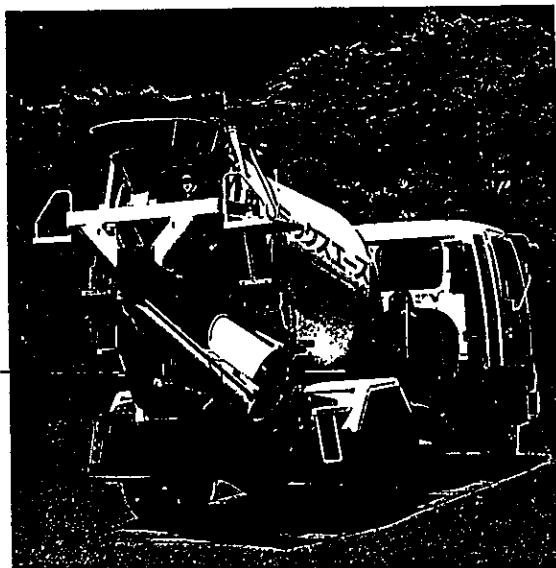


戸別給水施設概念図

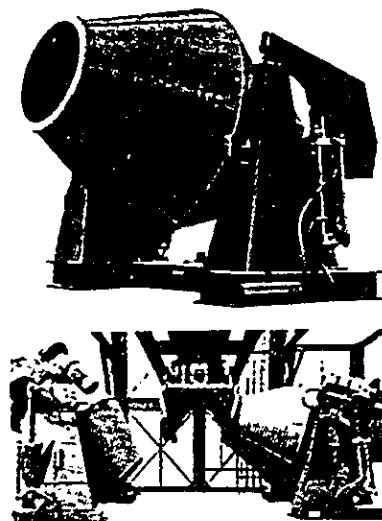
出典：日本国際協力システム（1994）

## 「コンクリートミキサー」 (concrete mixer)

井戸頭首工のコンクリート打設作業のための混合機で、セメント・水・骨材を練混ぜる。可傾式ミキサー、ドラムミキサー、強制練りミキサーなどがあり、可傾式ミキサー、ドラムミキサーは毎分20回くらいの速度で回転する。混合槽内部に取り付けられた傾斜羽根によって材料が練混ぜられる。可搬式のものが便利である。



"MIX ACE" Concrete Mixing Drum (4 ton)



		
CONCRETE MIXER CWM430H LOADING CAPACITY 5.5 m <sup>3</sup>	CONCRETE MIXER CWB450HM LOADING CAPACITY 6.0 m <sup>3</sup>	CONCRETE MIXER CWB520HM LOADING CAPACITY 6.0 m <sup>3</sup>

コンクリートミキサー

出典：日本建設機械要覧（1995）

## 「サイティング」 (siting)

さく井予定地点 (site) を選定することである。通常のプロジェクトでは地下水探査を一義的とするサイティング班を設ける。

地下水探査は、水文、地質図、航空写真、衛星画像等の判読、地表踏査、地球物理探査（電気探査及び電磁波探査等）の手段を駆使し、さく井サイトとさく井予定深度を予測するものである。

サイティングに当たっては、受益者の利便（利用距離）及びさく井班のサイト進入の利便も配慮する必要がある。サイティング班には、物理探査用機器、この機器及び要員（6名程度）の移動のための軽車両が必要である。

通常、ベースキャンプからのアクセス時間も考慮して平均的に 1サイト当たり 3日の工程を必要とする。さく井工程を充分に配慮した班数が必要となる。

「サイト間移動」 かんいどう (site moving)

さく井班がを完了したサイトから次のサイトに移動する工程をいう。

同一村落内で複数のさく井を行う場合も多いが、村落間の距離が数10kmあるような場合も少なくない。さく井班は、多数の重車両から構成されており、オフロード走行も含まれるので、全体的移動速度は実質的に時速15～20kmである。実際には、サイト間移動の工程は、これらの走行条件とサイト間平均移動距離（計画地域面積／計画井戸数の平方根で近似する）を勘案して算定する。

平均的には1つの計画地域で、4時間（0.50日）と見られる。

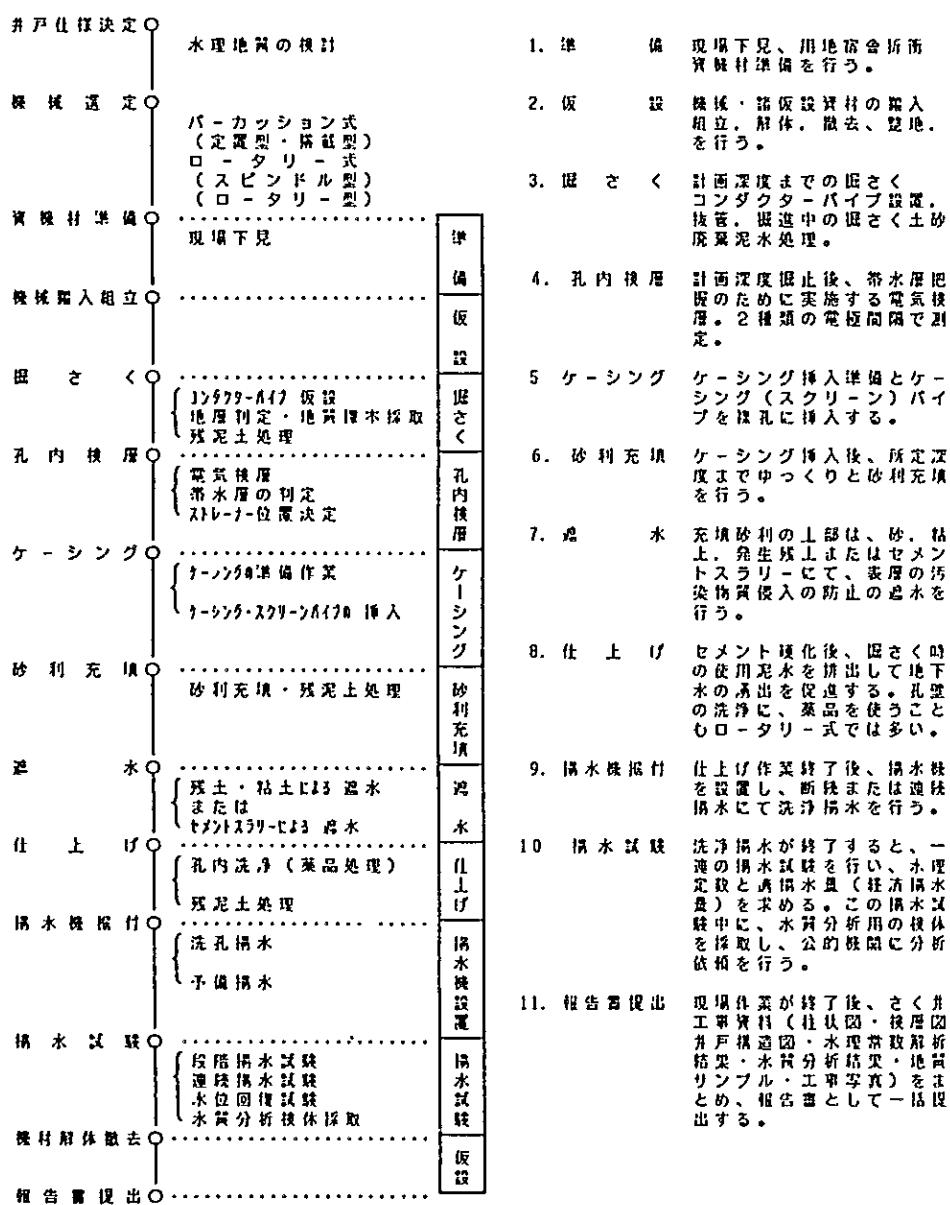
「作業班」 (working party)

井戸施設建設作業を効率よくするため、工事は通常いくつかの班体制で実施される。必要な各種の作業班は、「事業管理」、「サイティング」、「さく井」、「井戸試験」、「土木」、「ポンプ据付」、「土工」等に分かれる。このうちさく井工が全体工事の大半を占め、その他の工種はさく井工の付随工事的な位置に置かれている。特に、機械移動、据付工、井戸ケーシング建込、砂利充填工及び井戸洗浄工は、さく井作業班が行う一連の作業であるが、付隨工事的な意味合いが強い。その他の工事はさく井工の着手前、途中、完了後に実施される。

## 「さく井」(borehole construction)

井戸建設のため、まずサイト選定班が水文地質図、電気探査結果などを参考に実際の井戸建設地点を決定する。その後井戸掘削班が到着し掘削工事を始める。掘削工事の手順として、機械据え付け、「さく井」、「検層」、「ケーシング」、「砂利充填」、「井戸洗浄」、「後片づけ」等が挙げられこれらを一連の作業主体をさく井という。狭義には井戸掘削作業(drilling work)を指す場合もある。

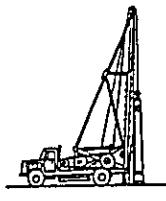
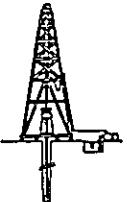
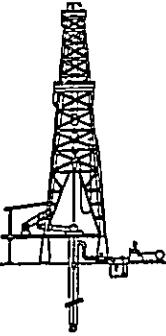
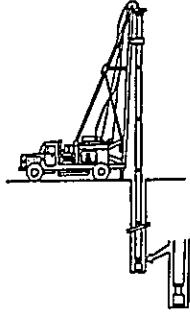
### さく井作業のフロー



## 「さく井機」(drilling rig)

井戸を掘る機械のことで種々の形式がある。井戸掘削機、さく井機とも呼ばれる。掘削原理による型式の分類では、「バーカッション型」と「ロータリー型」に分けられる。(バーカッション型さく井機及びロータリー型さく井機参照)

井戸掘削方法の比較表

掘削方式 掘削機種類	衝撃式		回転式	
	バーカッション式	スピンドル式	ターナーバー式	トーラル式 (DTI併用型)
適合地質	砂礫層 未固結層 弱固結層	全地層	全地層 (除末固結層、軟弱層)	全地層 (特に硬質岩)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 運転経費が安価</li> <li>- 砂礫層掘削に適す</li> <li>- 掘削用水を大量に必要としない</li> <li>- 岩盤掘削は不可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 運転経費が比較的に高価</li> <li>- 掘削速度が遅い</li> <li>- 地質調査も可</li> <li>- 掘削用水が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 掘削能力大</li> <li>- 深層掘削に適す</li> <li>- 掘削用水が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 硬質岩盤に適す</li> <li>- 200~300mの深度も可</li> <li>- 様々な岩層に対応可</li> </ul>
概要図				

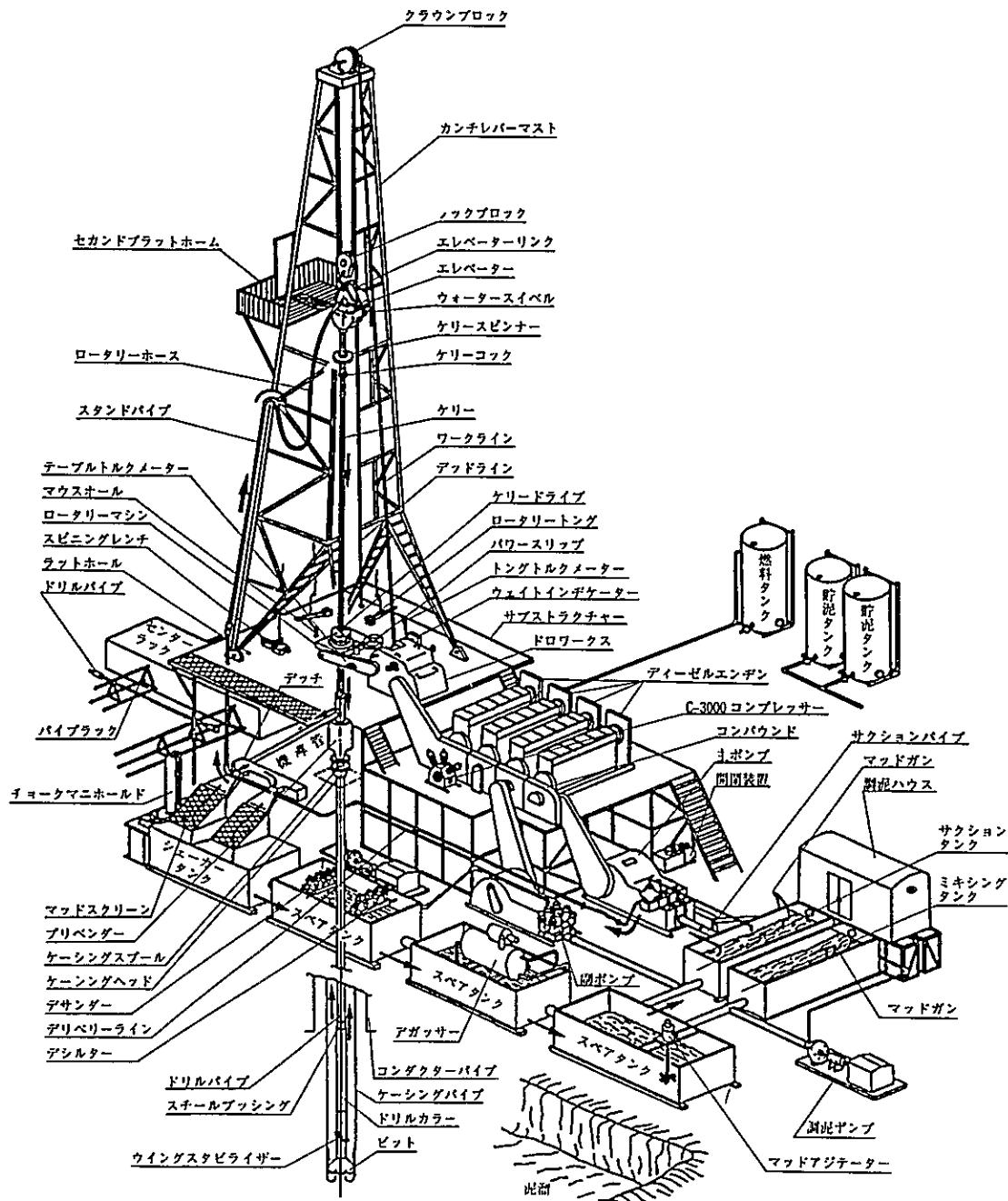
出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

### トラック搭載型掘削機種の比較

タイプ	泥水掘専用機 (マッドポンプ搭載)	エア掘専用機 (コンプレッサー搭載)	泥水・エア掘併用型 (マッドポンプ搭載)
評価項目			
工 期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設営工期が長い</li> <li>・掘削工期が長い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設営工期が短い</li> <li>・掘削工期が短い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設営工期は中位</li> <li>・掘削工期は中位</li> </ul>
機 械	<ul style="list-style-type: none"> <li>・標準化されている</li> <li>・アフリカでの実績は少ない</li> <li>・掘削システムは従来工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊設計が必要</li> <li>・アフリカでの実績が多い</li> <li>・車載スペースの関係によりコンプレッサーの能力を下げる必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特殊設計が必要</li> <li>・アフリカでの実績が多い</li> <li>・コンプレッサー車との共同作業により多種多様の地質条件に対応できる</li> </ul>
材料・経費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペントナイト、泥水が必要である</li> <li>・燃費がかからない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペントナイト、泥水は使用しない</li> <li>・燃費がかかる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・状況に応じて対応できる</li> <li>・諸機材が多くなる</li> </ul>
掘進能力	小	大	中
掘削深度	100m以上可	100m位が限界	100m以上可
工 法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂、砂岩、中硬岩に適合</li> <li>・硬岩に不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・硬岩に最適</li> <li>・粘性のある土砂、軟岩に不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての地質に対応できる</li> <li>・最先端のシステム</li> </ul>
ト ラ ブ ル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法的にトラブルが少ない</li> <li>・解決が困難なトラブルは比較的発生しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・崩壊、出水等にトラブルが発生しやすい</li> <li>・崩壊によるエアハンマー回収不能の場合には計画自体に大きな影響を及ぼす</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工法的・機械的トラブルに対応できる</li> <li>・エア掘システムに不慮の事故が生じた場合にも泥水掘システムにて計画が進められる</li> </ul>

## 「さく井機器」(drilling equipment)

深井戸の建設に必要な機械・器具の総称である。



出典：(株)日さく  
新人社員講習会資料  
さく井機器の配置図

「さく井材料」 (drilling materials)

さく井に必要な調泥用の「ペントナイト」、「CMC」、「レスター」、及びエー掘りのための「発砲剤」等消耗材料、井内に挿入されるケーシング（パイプ）及びスクリーン（パイプ）、及びセンタライザー、ボトムプラグ（井戸底蓋）及びハンドポンプ等の部材の総称である。

「さく井作業」(drilling work)

井戸掘削作業の工法を大きく分けると、ワイヤーに釣り下げた掘削ツールスを自由落下させてその衝撃で掘進するタイプ（バーカッション）と、先端に「ピット」を装着したドリルパイプを回転させてネジ回しのように掘進していくタイプ（ロータリー）の2つに分けられる。その他には、ロータリータイプを発展させたダウンザホールタイプ(DTH)がある。これは、ドリルパイプの先端にエア・ハンマーとピットを装着したもので、ドリルの回転力で掘進しつつエア・ハンマー（削岩機のようにエア・コンプレッサーによって振動が与えられる）を併用していくもので、掘進の速度が速いのが特長である。このダウンザホールタイプが一番応用性が高いので無償資金協力ではよく選定されている。

さく井工法の比較表

工法 項目	バーカッション式	ロータリ式
ピット〔掘さく〕のみの保持	ワイヤーロープ	ドリルパイプ・ロッド
掘さく作用	孔底をピットで打撃	孔底をピットで回転切削
掘りくずの排出	ペイラーによる採取	ポンプ圧送による泥水循環
掘さく孔の保孔	コンクターパイプと泥水注入	同左
泥水供給	孔元から注入	ドリルパイプ・ピット先端(ポンプ圧送)
泥水材料	主として粘土	主としてベントナイト
掘さく深度	300m	600m程度(水井戸)
ケーシング呼び径	150~600mm	100~350mm
機械出力	15~37kw	22~190kw

出典：(財)日本国際協力システム(1994)

## 「さく井支援機器」 (supporting equipment for drilling)

さく井工事に不可欠なエアコンプレッサー、エンジン溶接機等の機器をいう。

### 1) 「エア・コンプレッサー」

DTH ハンマーを駆動し、カッティングスの井外排除に必要な空気流速を得るために高圧大容量のコンプレッサーをいう。

さく井完了後の井戸の初期洗浄 (mud-up) には、水中モーターポンプを使用できず、エア・リフトを用いるが、DTH 工法を採用しない場合でも、このための低圧コンプレッサーを必要とする。

### 2) 「エンジン溶接機」

鋼材の溶断溶接、ピットチップの溶接、ドリリングツールの補修用機械である。発電機としても利用できる。

#### 16.1.4 空気圧縮機

##### 1. 概要

ブランド名「エアマン」でおなじみの北越工業のスクリュコンプレッサは、独自の技術で開発・製作され、土木建設用から生産工場まで、圧縮空気の供給源として幅広く使用されている。なお、エアマンスクリュコンプレッサを分類すると次のようになる。

###### (1) 可搬式(圧力別)

PDS シリーズ 圧力 0.69 MPa (7.0 kgf)

PDS-D ドライエアタイプ

PDSE シリーズ 圧力 0.86 MPa (8.8 kgf)

PDSF シリーズ 圧力 1.03 MPa (10.5 kgf)

PDSG シリーズ 圧力 1.27 MPa (13.0 kgf)

PDSH シリーズ 圧力 1.72 MPa (17.5 kgf)

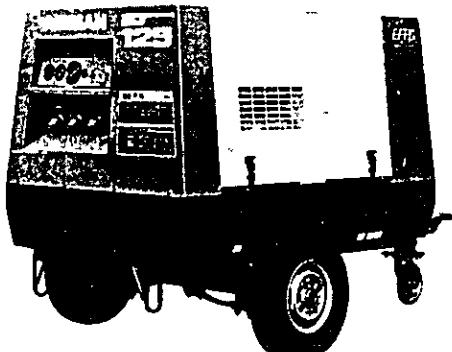


図 16.1-11 PDS 125 S (トレーラタイプ)

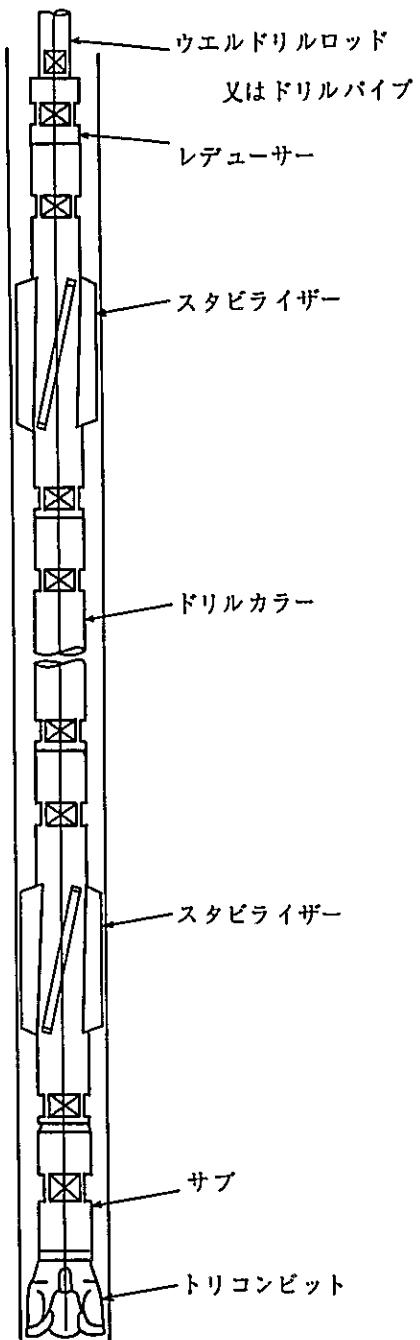
出典：北越工業(株)

「さく井資機材」(equipment and materials for drilling)

さく井機及び資機材のツールスの他にさく井工事に必要な資機材の総称で、大まかに分類すれば、「さく井機」、「さく井支援機器」、「支援車両」、「井戸試験機器」、「さく井材料」、その他の機器等に分かれる。

## 「さく井ツールス」 (drilling tools)

さく井作業に用いられる器具及び工具をいう。掘削ツールスと呼ばれるものは主として井戸の中に吊り下げる使用する器具・工具 (drilling strings) を意味する。さく井ツールスにはビット類、ドリルパイプ、ドリルカラー、スタビライザー、各種サブ等が含まれる。



出典：鉱研工業カタログ

さく井ツールスの概念図

「ざつさぎょうよう 雜作業用ツールス」 (miscellaneous tools)

さく井作業に係わるツールス類のうち「さく井」、「ケーシング」、「フィッシング」等のツールス以外の雑作業用のツールス類のことをいう。

「サブ」 (sub)

「ドリルパイプ」、「ドリルカラー」、「ピット」等ツールスを接続するための  
短い継手 (sub-joint) で、ピット・サブ、セーバー・サブ等と呼ぶ。  
(さく井ツールス参照)

[ シ ]

「仕上<sup>しょく</sup>がり<sup>がり</sup>径<sup>けい</sup>」 (casing diameter)

深井戸に設置された永久ケーシングの口径（内径）をいう。インチサイズとmm  
サイズ及び管種が併記されることがある。

「ジェット工法」 こうほう (jetting)

井戸工法の1つで、水流の力で地層を切って井戸を掘る方法をいう。

## 「CMC（帝石テルセローズ）」 (CMC)

さく井工事用泥水の粘性及び脱水性をコントロールするための有機コロイド剤 (Na-カルボキシメチルセルローズ) で、ポリマー (Polymer凝集剤) と呼ばれる。添加量は0.05~0.5%で、添加する時は団子状にならないよう少量ずつ添加する必要がある。「ロータリ工法」で粘性を増加するために、CMCを使用することが多いが、多量に混入すると粘性が高過ぎて、掘削に支障を来すことがあるので注意をする。比重を増加させるためには、一般にバライト（重晶石の粉末）が使用されるが、生粘土やペントナイトに直接混入すると分離や沈殿を生ずることがあるので、ロータリ工法ではCMCを併用して調泥するのが望ましい。

「支援車両」 (supporting vehicles)

さく井用の資機材及び要員の輸送のための車両で、「カーゴトラック」、「水タンククローリー」、「燃料タンククローリー」、「ピックアップトラック」、「ステーションワゴン」等がある。

ほとんどの場合、悪路走行が不可欠であるため全輪駆動及びフロントウインチ付のものとなる。

1) 「カーゴトラック」

主としてさく井ツールス運搬のためのもの。重量ツールスの取り扱いを容易にするため3～4トン容量のクレーンを装着する。ロータリーさく井の場合、作業時間が短いので他の作業と兼用することは無理である場合が多く、ツールス運搬専用のものが必要である。通常積載容量8トン程度のものとなる。

2) 「水タンククローリー」

さく井工事用水を遠方より運搬する必要がある場合には、水運搬用のタンククローリーが不可欠である。さく井工法、岩種、水源距離等の条件によりタンク容量及び台数が選択される。

3) 「燃料タンククローリー」

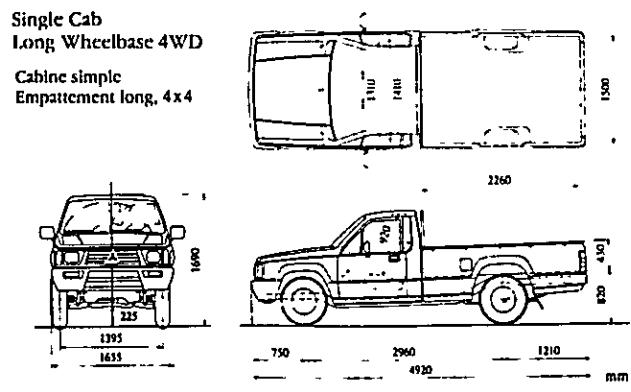
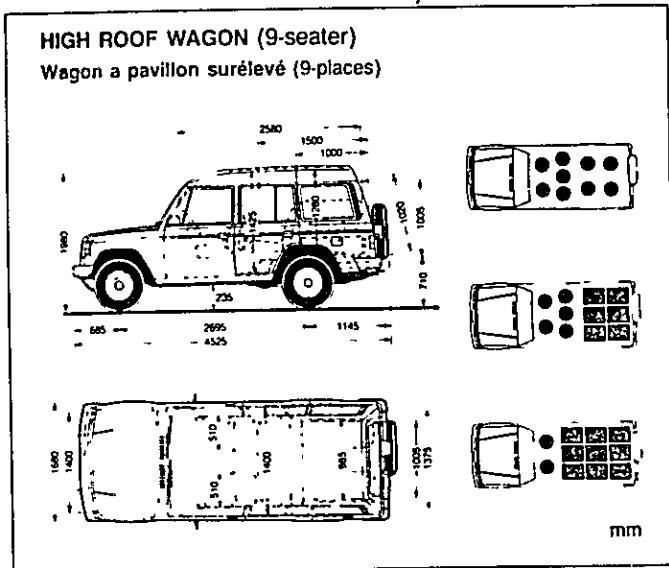
特にロータリーさく井の場合には、さく井機、支援機器、車両等の燃料消費は、日量数100リットル／チームに達する。給油所が遠方にあり複数のさく井チームを運用するプロジェクトでは、専用の燃料ローリーが必要となる。

4) 「ピックアップトラック」

さく井及び頭首工工事に必要な燃料の小運搬、調泥剤、セメント、砂利等の資材運搬のため、複数のピックアップトラックが必要である。

5) 「ステーションワゴン」

さく井チーム及びプロジェクト管理等の要員輸送のためのステーションワゴン型の軽車両が必要となる。



出典：三菱自動車  
カタログ

CARGO CMF87E BODY LENGTH 4.4 m CMF87F BODY LENGTH 5.0 m CMF87H BODY LENGTH 5.5 m CMF87K BODY LENGTH 6.0 m CMF87L BODY LENGTH 6.3 m	CARGO CLF/G87F BODY LENGTH 5.2 m CLF/G87H BODY LENGTH 5.6 m CLF/G87L BODY LENGTH 6.3 m	CARGO U780 BODY LENGTH 4.3 m UG780 BODY LENGTH 4.88 m
DUMP CMF87BD PAYLOAD 3.0 m <sup>3</sup> 4.5 ton	DUMP CLG87BD PAYLOAD 3.7 m <sup>3</sup> 5.5 ton	DUMP DU780 PAYLOAD 4.0 m <sup>3</sup> 6 ton
CARGO CRANE CMF87H LIFTING CAPACITY 3.0 ton	CARGO CRANE CLG87H LIFTING CAPACITY 3.0 ton	CARGO CRANE U780 LIFTING CAPACITY 3/4 ton
TANK WATER LIGHT OIL CMF87E 5 kℓ 5/5.5 kℓ	TANK WATER LIGHT OIL CLF/G87F 5/5.5 kℓ 5/5.6 kℓ 6/7 kℓ	TANK WATER LIGHT OIL U780 6 kℓ 6 kℓ

出典：日産自動車カタログ（1994）

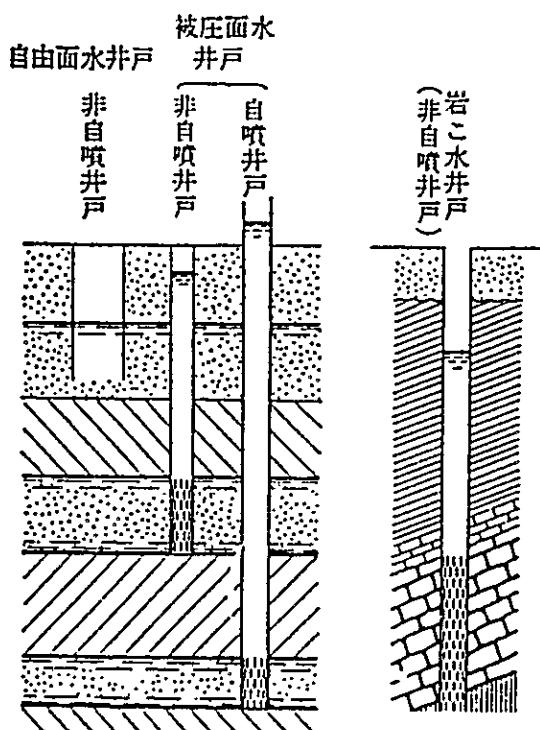
「自然水位」 (static water level)

自然水位とは、井戸などにおいて、水中モータポンプを使用して汲み上げる前の自然状態の水位をいう。

この自然水位の測定は、深井戸の維持管理を行う上の基準となり、地下水の水収支を検討する上で貴重な資料となる。測定水位の記録方法には、①井戸ごとの水面までの深さをそのまま表示する方法と、②標高に置き換えて表示する方法の2通りがある。①の方法で管理している場合でも1年に1回位は標高に換算して、そのコンターライン（等高線）を描き、広域的に水位を検討する資料とする。井戸の水位の動向などを比較検討する上で便利な②の標高方式が望ましい。

## 「自噴井」 (artesian well)

「自噴帶」に設けられ、自然状態で地下水を噴出する井戸である。難透水層 (aquiclude) を貫く深井戸で地下水頭が地表高を超える場合に自噴するものである。



井戸の分類 (1)

出典：酒井 軍治郎  
応用地下水学 (1966)

「自噴帶」 (artesian zone)

「被圧地下水」は、はるか上流から傾斜して連続した「被圧帯水層」に包蔵され、上流側の地下水の圧力水頭を余分に受けている。このように地下水の水頭が地表の高さを超えているような地帯を自噴帶という。

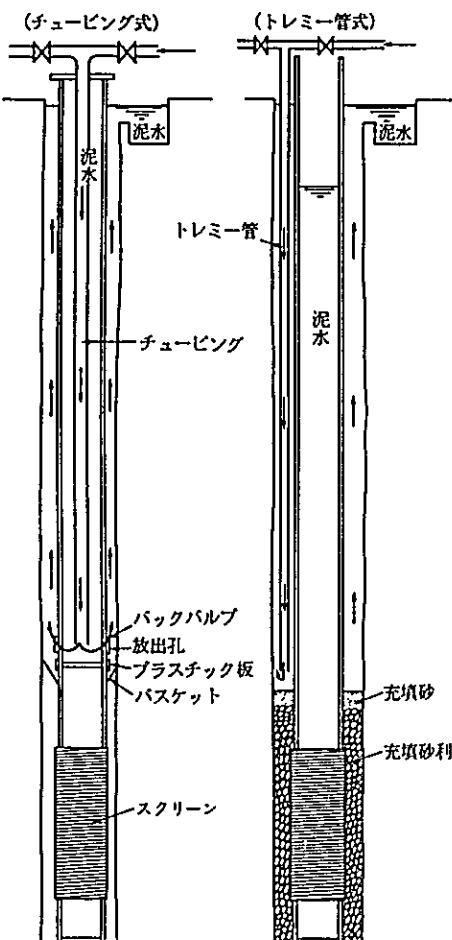
国内の主な自噴帶としては上総掘りで有名な市原地域、富士山南部の岳南地域、岐阜県の大垣自噴帶等が有名である。また、世界的にはオーストラリアの大鑓井盆地、ネパールのテライ平野等がある。途上国における自噴帶での地下水開発は井戸の建設のみで地下水が湧水するために動力ポンプ等の設置が不要である。しかしながら、急激な地下水の開発によって、自噴量が低下しているために、自噴帶の開発には十分な調査が必要である。

「砂利充填」 (gravel pack)

井戸掘削による裸孔壁とスクリーンとの間に生じた空間に砂利を入れて空間を埋めることをいう。充填砂利は帯水層の粒子に見合ったフィルター効果を配慮した粒径のものでないと、防砂の効果を上げ、かつ水の流通をよくすることができない。充填砂利の大きさは帯水層の平均粒径の4~5倍のものが良く、硬質で酸やアルカリに侵されず、丸みを帯びたものでなければならない。

充填方法は多くの場合井戸元から投入するが、一度に大量の砂利を入れるものではなく、時間を要しても徐々に投入し、途中で砂利が棚を作らないよう（ブリッジ現象を起こさないよう）留意すべきである。

また、あらかじめ裸孔径とケーシング口径よりケーシング外側の砂利充填スペースを計算し、その体積の20%増しの量を充填する。この際充填砂利の頂部は、原則として最上部スクリーンより5~10m上までとし、さらにその上部は生粘土やスライム等を充填する。



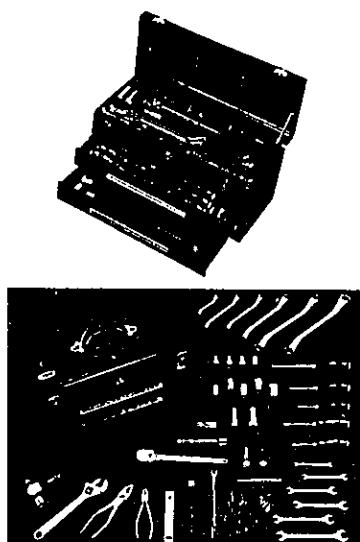
砂利充填概念図

出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

「修理工場用機材／工具」 (workshop equipment/tools)

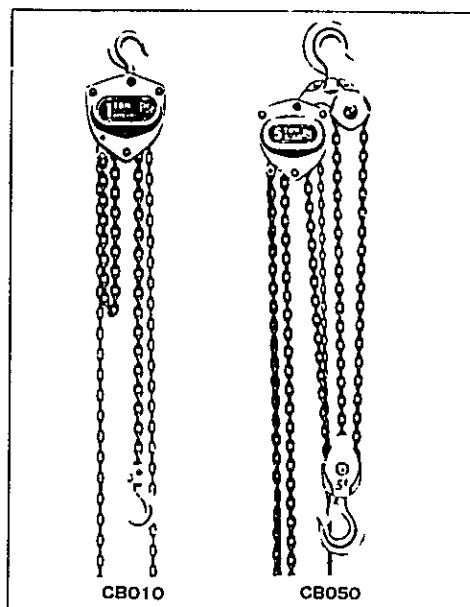
実施機関の修理工場の整備のため、これらの機材／工具を供与する場合がある。

工具セット／トネ

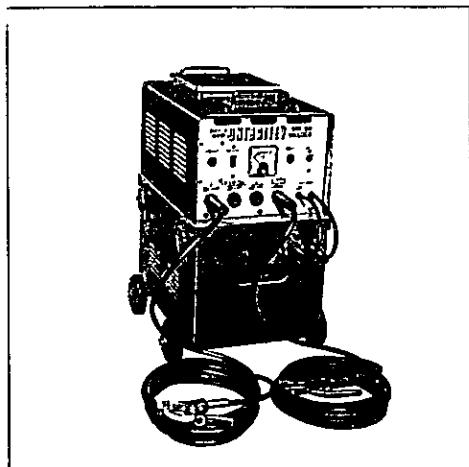


チェンブロック

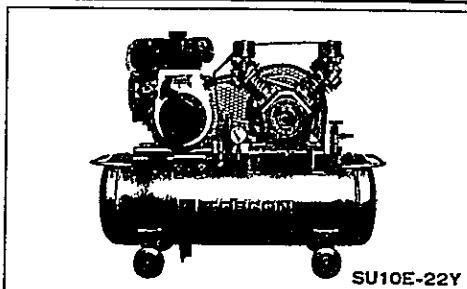
キトーマイティM3



ユニバッテリ (直流アーク溶接機)



エンジン付コンプレッサ



出典：産業機器 総合カタログ

修理工場用機材／工具の例

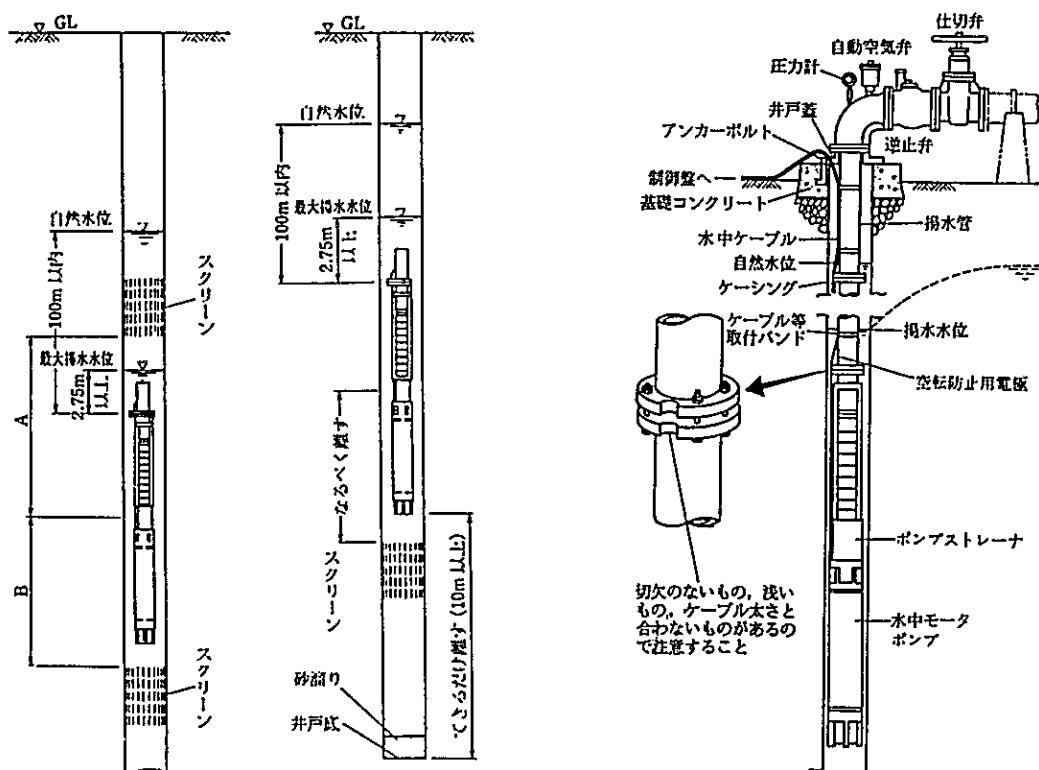
[ス]

「水中モーターポンプ」 (submersible motor pump)

井戸工事が完了した後に、井戸の湧水能力を確認するための揚水試験に用いる機器である。この揚水試験機器は、水中モーターポンプとこれを駆動するためのディーゼル発電機を主体とし、量水計及び水位計等を必要とする。

ケーシング内における水中モーターポンプの最大水没深さは 100m以内とする。それ以上になるとポンプ内のダイヤフラムが傷む恐れがある。また、最小水没深さは、最大揚水水位を基準とし、揚水管 1本分 (2.75m) 以深に設けることが望ましい。

通常いかなる場合でもポンプストレーナーが井戸スクリーンの上位となるように井戸設計を行う。

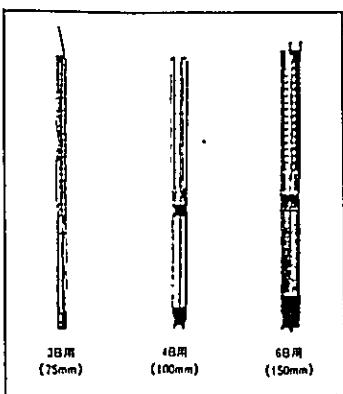


水中モータポンプの設置位置

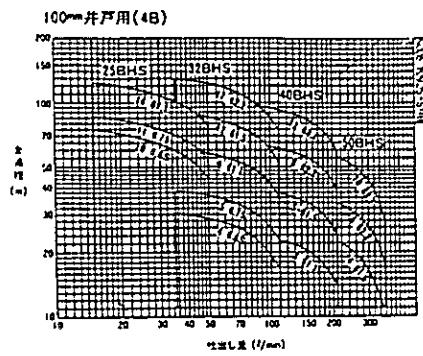
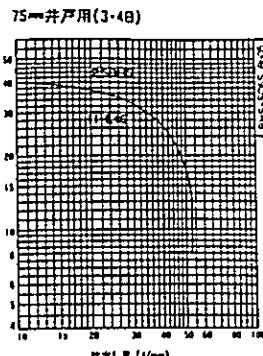
水中モータポンプ据付図 (1)

出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

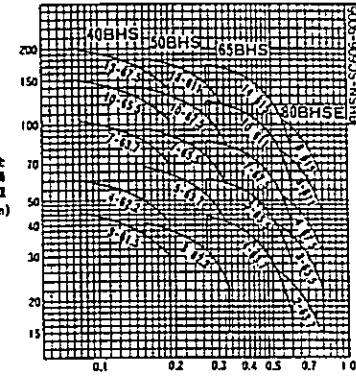
# BHS型 水中ポンプ(深井戸用)



●選定図 60Hz(同期回転数: 3600min<sup>-1</sup>)



150mm井戸用(6-B)



関連商品: 深井用  
BHSH型深水用深井戸  
水中モータポンプ

注) 口径200mm~400mm井戸用も別途用意しています。

## ●特長

- ①少ない電力で豊富な水量が得られます。
- ②輪切形ケーシングの採用(250mm井戸用以下)により、大巾に小型・軽量化しています。
- ③簡単な構造なので分解・修理が容易です。
- ④腐食部が少ないので、砂のカジリに強い構造です。

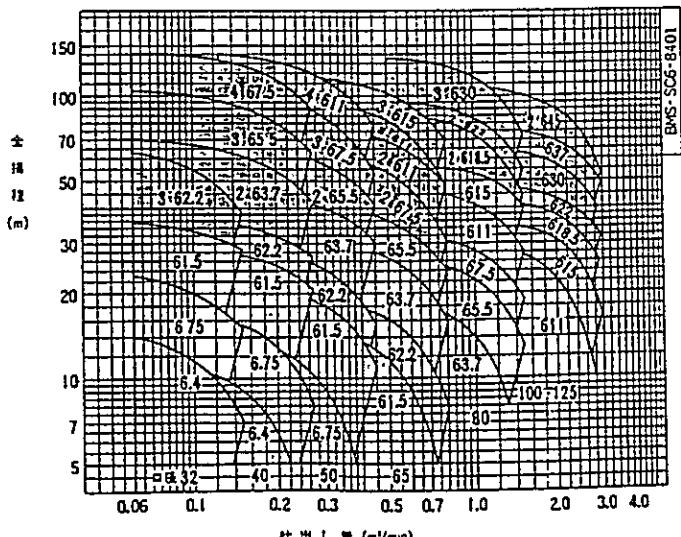


## ●特長

- ①ステンレス製フレームの水封式電動機を採用。さらに
- ②ポンプ頭部部分の塗装はエポキシ焼付けですので腐
- ③涼をよこしません。
- ④呼吸不要で始動でき、しかもポンプ・電動機とも水中
- です。騒音がありません。



●選定図 60Hz(同期回転数: 3600min<sup>-1</sup>) □: フランジJIS10K並形



注) 口径150mm~300mmも別途用意しています。

出典: エバラ製作所  
カタログ

水中モーターポンプの性能曲線

## 「スクリーン」 (Screen)

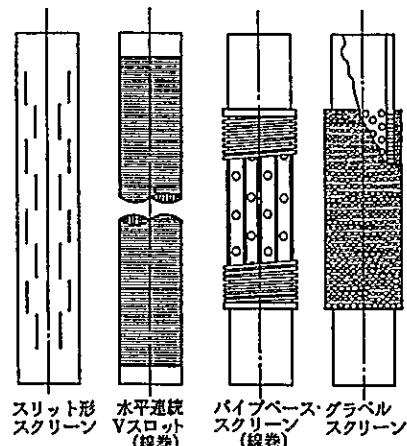
井戸の揚水中、砂粒の間を通ってきた地下水が抵抗を感じず井戸内に流入できるよう井戸の取水位置に取り付けられた装置である。

スクリーンは砂が井戸内に流入するのを防ぐ重大な役割を持っていると考えられているが、もっと根本的には湧水量を確保するために絶対欠くべからざる装置である。

優れたスクリーンとして具備すべき条件は、①集水面積が大きいこと、②集水溝（集水孔径）が周囲の帶水層粒子または充填砂利の粒子に見合った大きさであること、③集水溝が砂や小砂利による目詰まりを防止できる構造であること、④井戸の仕上げが容易にでき、またスクリーンにスケールや鉄バクテリアが付着しにくい材質であること、これらが付着したとき、それらを容易に除去できるような形状であること、⑤強度及び耐食性に富むこと、等が挙げられる。

スクリーンの種類としては大きく分けて3つあり、1つはパイプに直接開孔したスロット管、2つめは線巻き管、3つめはグラベルスクリーンである。スロット管は開口比を大きくすることが困難（6%以下）で、現在ではスロットサイズをある程度自由に変えることができる線巻きスクリーンが世界的に最も多く使用されている。

グラベルスクリーンは主に砂が流入する恐れの多い細砂層からの採水に適し、砂防効果はきわめて大きい。



出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

スクリーンのタイプ

## 「スペアパーツ」 (spare parts)

機器類の修理用予備品。地下水開発案件でもプロジェクト実施期間中に必要と予想されるすべての機器のスペアパーツは、いかなる場合でも調達されねばならない。しかしながら、途上国においてはスペアパーツの調達が困難（主に予算不足）なケースが多い。そのため、稼動可能な機材がスペアパーツの不足から放置されることもある。したがって、機材の選定においては相手国の事情を十分考慮した上で必要なスペアパーツの調達が必要である。また、高価なスペアパーツの調達が不要な機材の導入も望まれる。

「スワッピング工法」<sup>こうほう</sup> (swabbing)

ケーシングをシリンダーと考え、このケーシングの中にワイヤで吊したピストン状の工具を降下し、その上下運動による吸引力でスクリーンの外側に形成された泥壁を破壊し、細かい砂粒子を採水層から引き出し、水みちをあけ、地下水を誘導する方法である。この工法はさく井の各種の仕上げ方法のうち最も有効である。

[ セ ]

「せいこうりつ 成功率」 (successful rate)

成功基準を満足する井戸の発生率である。ハンドポンプ付深井戸の成功基準は、揚程が40m未満で、330リットル/時以上の揚水が可能であり、所定の水質基準に合格する水を产出できるものとする。

対象計画において、計画施設総数を成功率で除した値が実際のさく井数となる。したがって、この数値は、事業費を左右するだけでなく、基本設計段階の事業費の算定に成功率を配慮しないと、先方政府と合意した施設の数量が達成できず、協力の成果があいまいになり、極端な場合には案件の妥当性をも左右する重要なファクターの1つとなる。また、事業実施段階では、コンサルタント或は請負方式の場合の業者契約書には成功率を明文化することが国際的な慣習である。当該計画全体として井戸成功率が50%を下回るような計画は、無償資金協力の対象案件としての妥当性に問題がある。

成功率は、事前調査等の時点で既往のさく井実績等を参照して慎重に判定するものとする。

「先カンブリア紀」 (Pre-Cambrian)

古生代最古の岩層であるカンブリア系の生成年代以前の年代を一括して先カンブリア紀という。地史学における原生代及び始生代に相当する。

「全揚程」 (total pump head)

実揚程にポンプ管弁内及び送水管内の損失水頭を加算したものをいう。単に揚程ともいう。

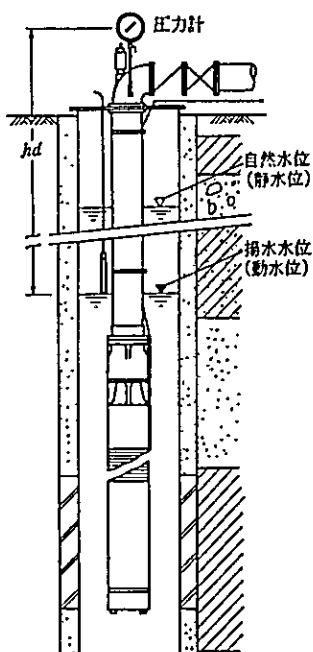
全揚程の算出基礎は、限界揚水水位と着水水位との高低差の水準測量を行い、その揚水管路及び導水管路等の損失水頭を加算して決定する。

全揚程は、一般に次式により求められる。

$$\text{全揚程} = (\text{吸込側実揚程} + \text{吸込側損失水頭})$$

$$+ (\text{吐出し側実揚程} + \text{吐出し側損失水頭})$$

水中モーターポンプの場合は、当該ポンプが水中にあるので、第二項の吸い込み側損失水頭は零である。



出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

水位と揚程との関係

[ソ]

そんらく

「村落リスト」 (village list)

通常、先方要請書に明記されるべき当該事業対象の村落名、人口、既存の給水施設数、計画施設を示したリスト。地下水開発案件の計画諸元のうち最重要的な基礎データである。

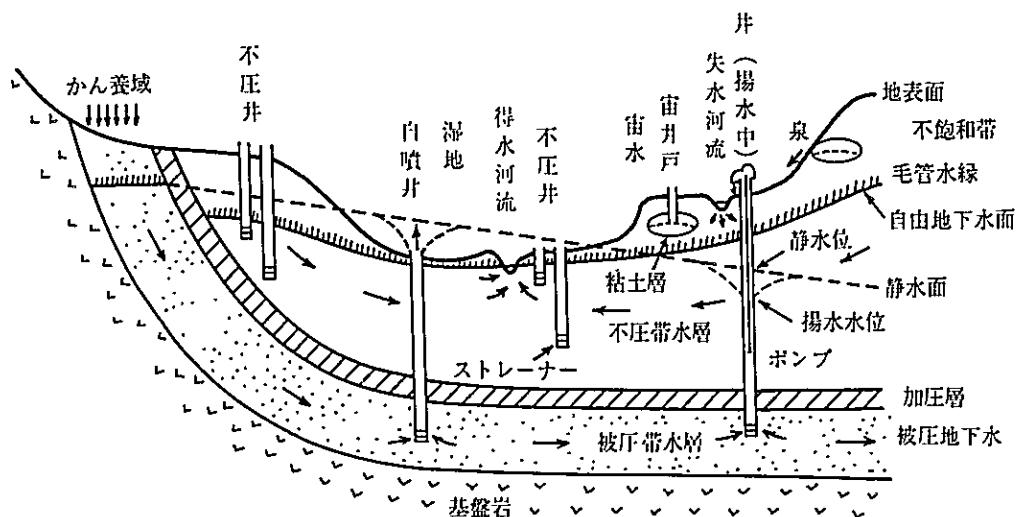
計画対象村落リスト (LIST OF TARGET VILLAGE)

番号 Sr.No.	州／県 Province	郡 District	村落 Village	人口 Population		施設数 Number of Facilities			備考 Remarks
				調査年次 Census Year ( )	目標年次 Target Year ( )	必要数 Required No.	既存数 Exist- ing No.	計画数 No. under Plan	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
0									

「たいすいそう」  
「帶水層」 (aquifer)

多量の地下水を含んでいる地層で一般に透水層に地下水の溜ったものである。透水層はいつも地下水で飽和されているとは限らず、従って透水層は帶水層たりうるがいつも帶水層であるとは限らない。難透水層が飽和されていても帶水層とはいわないが、不透水層が空洞や割目の存在によって水を持っている場合、帶水層を成しているといつてもよい。

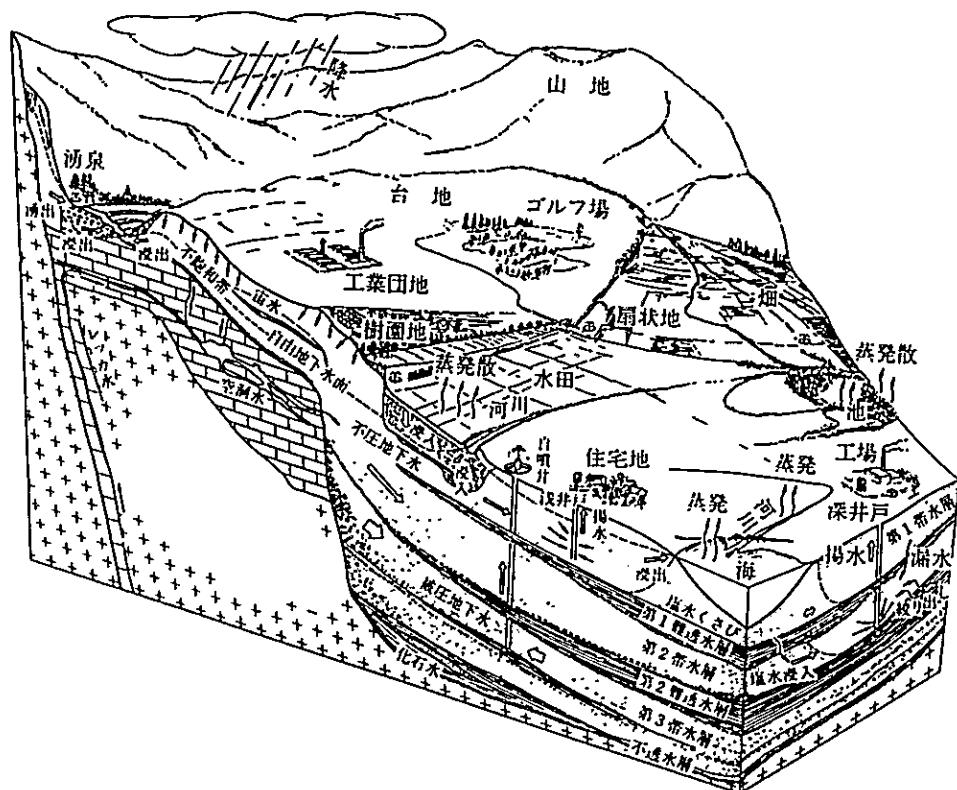
地下の状態は不透水層の上に帶水層が一層形成されているというような単純なものではなく、透水層と難透水層とが重なり合って互層を成していることが多い。このような帶水層中の地下水は不透水層・難透水層（加圧層）に上下をはさまれているために被圧されてくる。この地下水を被圧水といい、被圧されていない地下水を不圧水という。これにより帶水層は、不圧帶水層 (unconfined aquifer) と被圧帶水層 (confined aquifer またはartesian, pressured aquifer ) の区別が生じる。



地下水のありかた (樋根、1977)

「地下水位」 (groundwater level)

帶水層を垂直に貫通した井戸のある深さに形成される水面の位置（深さあるいは高さ）を地下水位と呼ぶ。



出典：地下水資源・環境論（1992）

水文的循環と地下水（小前原図）

「地下水位」 (groundwater level)

帶水層を垂直に貫通した井戸のある深さに形成される水面の位置（深さあるいは高さ）を地下水位と呼ぶ。

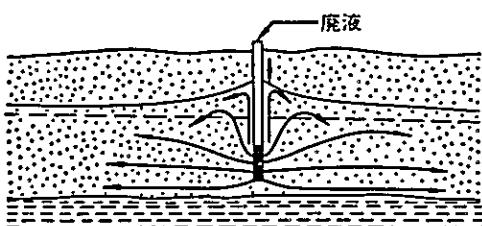
ちかすいおせん  
「地下水汚染」(groundwater contamination)

地下水の汚染とは人間の活動によって地下水が汚染されることである。地下水は地表水に比べて移動速度が遅く、しかも直接目に触れる機会が少ないために、一度汚染されると回復するのに時間がかかる。そのため、多くの場合は井戸の使用を停止せざるを得ない。

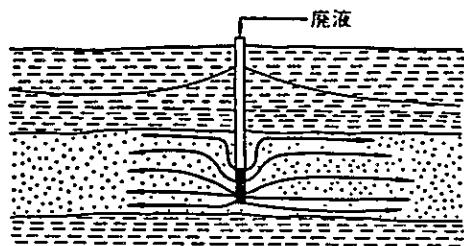
地下水の汚染源は、主に次の5つであるが、この他に地層の性状に基づく“人工汚染”がある。ヘルツベルグレンズの破壊による塩水化はこの代表的な例である。

- (1) ゴミ・下水及び屎尿：人類が生活するところ必ず生ずる汚染
- (2) 工場廃水：水質はさまざまであるが、工場地帯にみられる汚染
- (3) 鉱山廃水：鉱物の採掘により生ずる污水で、酸性物質、硫化物、重金属、あるいは製錬用のシアン化物を含む。
- (4) 農業汚染水：除草や防虫のための農薬を含む水と肥料
- (5) 放射能汚染：核爆発による降下物及び原子力関係施設からの放射性物質を含む廃水

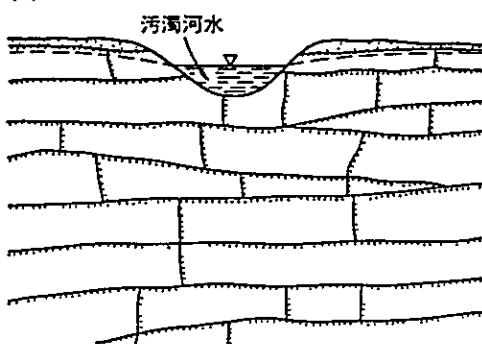
(a) 不圧水状態



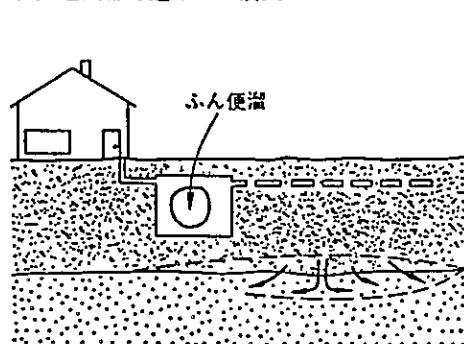
(b) 被圧水状態



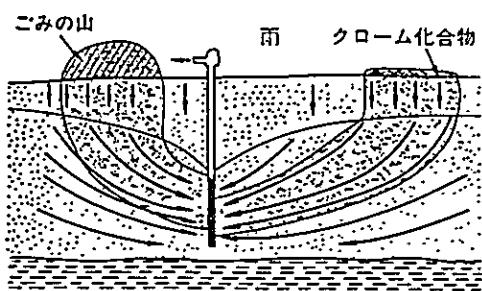
(c) 石灰岩や苦灰岩への浸入



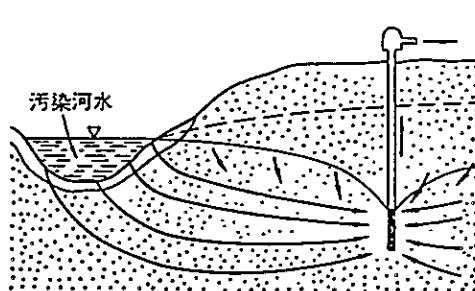
(d) 通気帯を通っての浸入



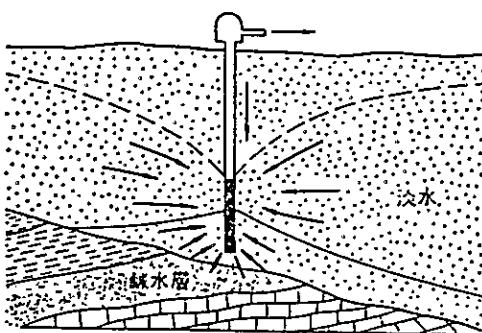
(e) ごみの山、工場廃棄物による汚染



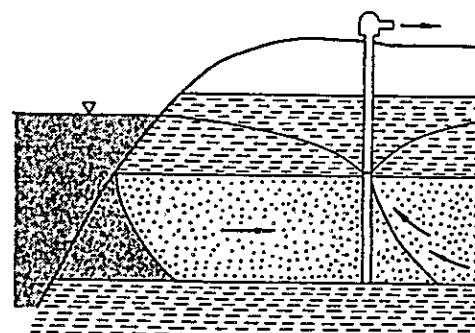
(f) 揭水による汚染河川水のよびこみ



(g) 鹽水のよびこみ



(h) 揭水による海水のよびこみ



出典：山本 莊毅

新版地下水調査学（1983）

「地下水頭」 ちか すいとう (groundwater head)

ある基準面からの地下水位の高さのことを呼ぶ。

「地下水盆」 (groundwater basin)

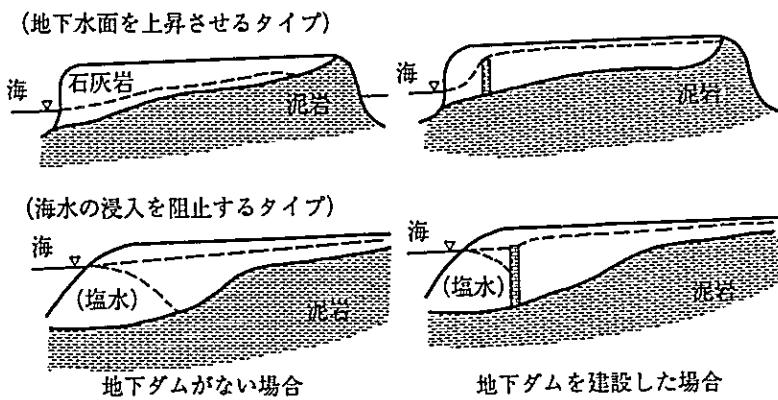
帶水層の地域的分布は、地質学的及び地形学的に区分される特定の地域（地質区及び地形区）に限定されるが、このような地下水流动の地域的単元のことで、一般に河川流域の一部で形成されている。

## 「地下ダム」 (groundwater reservoir dam)

地下ダムは帯水層中の地下水の流れを地下でせき止めるための施設である。地下ダムの目的は地下水を貯留することで地下水流出を制御し、その有効利用をはかること、あるいは海岸部の帯水層への塩水侵入を阻止して取水の安定を図ることなどにあって、前述の地下水人工かん養とはいささか目的を異にするが、両者を結合させて、かん養された地下水の利用度合をより高めていくということも考えられる。

大陸の乾燥地帯では小さな堆砂ダムをつくってそれに地下水貯留機能ももたせたものやワジ（涸川）の伏流水をダム・アップする小規模な地下ダムが古くからつくられていたことが報告されている。またフランスや中国では石灰岩中の洞穴に空洞水を貯留して利用しており、特に中国ではこれを地下水庫（地下ダム）と呼んで、空洞の形態によってさまざまなせき止め工法がとられている。

地下ダムは地上のダムのように家屋や土地の水没がなく、貯水域のうえの土地利用がそのまま維持できるという利点がある。また地下ダムの貯留水は水温も一定していて、自然の状態でかん養され、富栄養化などの水質悪化の心配も少ない。しかし地下ダムは地下水の動きを人工的に改変するものであるので、それに伴う環境変化について充分注意しておく必要がある。具体的には、地下水位の上昇で土壤の湿潤化を招くことのないようにすること、また地下水の汚染をもたらすような行為を規制する権限が求められよう。さらに地下ダムの目的は完璧な遮水をして、なんにがなんでも貯水することにあるのではなく、地下水流出の制御に主眼があると考えて、遮水壁からのある程度の漏水を許容することや、井戸からの揚水を行なって、停滞している地下水を動かすようにすることが必要であろう。

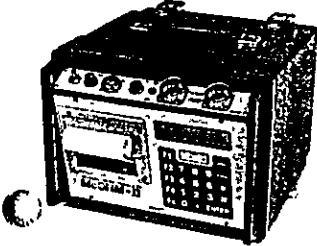
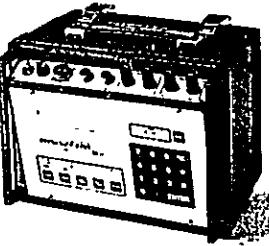
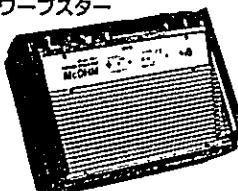
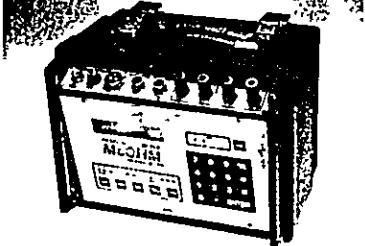


地下ダム開発構想

出典：農業用地下水研究グループ  
日本の地下水 (1986)

ちきゅうぶつり たんさ きき  
 「地球物理探査機器」 (geophysical equipment)

サイティングに使用される電気探査／電磁波探査等のための機器である。

McOHM-II	McOHM Mark-2	McOHM
 <p>McOHMII Model-2226          マックオームIIは専用の多芯ケーブルを用いて垂直電気探査を行ない、その場で解析結果が得られる電気探査・解析システムです。          あらかじめプログラムされたパターンに従って電極を切換えて自動測定します。測定中は誤差を計算し、必要に応じて電流値やスタッキング数を変更して再測定します。          測定終了後、内蔵されたVESプログラムによ自動解析し、迅速に結果を得ることができます。          ・専用ケーブルを用いて容易に電極の設置を行なうことができます。          ・自動測定機能を有し、測定条件をコントロールしながら精度良く測定を行ないます。          ・自動解析機能を有し、現場で直ちに解析結果が得られます。          ・RS-232Cインターフェイスを介してパソコンへデータ転送を行なうことができます。</p> <p>◀RS-232C</p>	 <p>McOHM Mark-2 Model-211SA          McOHM Mark-2はコンパクトで高性能な機能をそのままキープし、精度と使い易さが一段と向上しました。          電圧の分解能は<math>1\mu V</math>で、より精度の高い測定を行うことができるようになりました。また、入力インピーダンスも<math>10 M\Omega</math>と高く、電極の接地抵抗の影響を受けにくくなっています。          内蔵バッテリの容量は5Ahに増加し、従来より長時間測定できるようになりました。充電回路は過充電の心配がなく、AC85V~260Vの広い範囲の電圧で動作するよう設計されており、世界のあらゆる国でバッテリを痛めることなく充電が可能です。</p> <p>McOHMパワーフスター          Model-2917</p>  <p>◀RS-232C</p>	 <p>McOHM Model 211S          マックオームは、トランスマッタ（大地通電用高圧電流供給部）とレシーバ（電位測定部）を1つのコンパクトなハッケージにまとめた、テクタルスタッキング型電気探査装置です。スタッキング機能を用いることにより、内蔵電池または外部12Vバッテリの微小な電流で測定することができます。従来のような高電圧バッテリを不要にした画期的な設計になっております。          また操作は、メッセージが順次表示される対話式で行ないます。測定値はLCDに表示されるほか、2000ポイントにおよぶデータをメモリできます。パソコンを用いた解析に容易に対応できます。データ収録として測定電圧値、電流値、S.P.値を内部メモリに保存します。現場終了後も保持され、RS-232Cを介してパソコンに転送できます。また、メモリしたデータはLCDスクリーン上に再生できます。</p> <p>◀RS-232C</p>

出典：応用地質（株）  
 製品カタログ

電気探査用機材

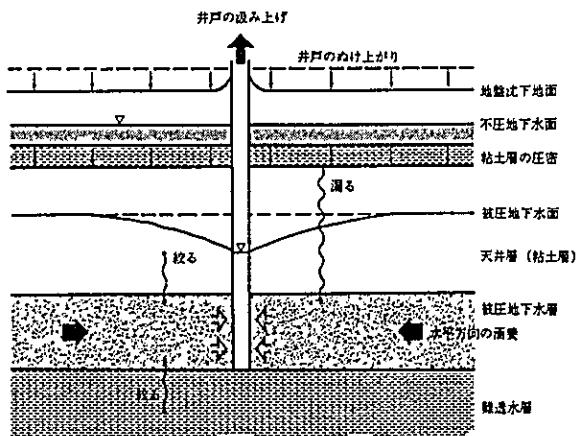
国産電探器の仕様

電気探査装置名	製作会社	形 式	波 形	電位差計の範囲	通電電流電圧	短形波発生方式	同期整流の有無	電周波数	外形寸法・重量
3244型大地比抵抗測定器	横河電機製作所	Megger型	①		(約40W)	ヨンバー	有	10~40Hz	248×348×211mm 8.1kg
MEP-3T大地比抵抗測定器	松見商会	G-R型	②	0.1~100V	300V, 100mV 電流値可変	ヨンバー	無	35±5Hz	
地質調査所型電気探鉱装置	タカヤ電氣株式会社	G-R型		0~2.01V	400V, 500mV	ヨミューター	有		
ES-G1 型交替直流型電気探査装置	応用地質調査事務所	G-R型	③	0~20V	600V, 3A	ヨミューター サリダ	有	可変5~20Hz	電位差計部 200×280×415 整流器部 200×280×415 10kg
ES-D2 型直流電気探査装置	応用地質調査事務所	DC型		0~550mV	1000V, 3A				電位差計部 420×120×120 整流器部 420×120×120 123kg
M-OHM Model-2115	応用地質株式会社	交代直流量		0~6V	400V, 200mA	電子制御 リバース切換え方式	0.3Hz	206×281×200	2.5kg

出典：日本国際協力システム（1954）

「地盤沈下」 (land subsidence)

地盤沈下は地表面の垂直方向の変動で、人為的に地表面下の固体を採掘したり、液体を抜き取ることによって生じる。また、地表面下の土・堆積物の溶解・酸化、地表面および地層中に荷重を加えることや、振動・浸潤による地層収縮、さらに地殻変動によっても生じうる。このうち、自然的な原因による地表面の垂直変動量は人為的な原因によるものに比べてはるかに小さい。地表面下の固体採掘の例として、常磐炭田・筑豊炭田などでは石炭採掘に伴う地盤陥没現象を指摘できる。この現象は地層中の坑道などの空洞に対する地層の歪みと空洞周辺の地層からの坑内水の湧出による地層の圧密とが陥没の主因となっているが、地盤沈下と区別することもある。地表面下からの液体の採取には石油、天然ガスを含む鹹水\* や地下水の揚水等がある。石油による大規模な沈下地域としては米国テキサスのグース・クリーク油田、カリフォルニアのウィルミントン油田、ベネズエラのマラカイボ油田が知られており、水溶性天然ガス採取のための鹹水\* 揚水の例としては新潟県、千葉県、イタリアのポーデルタが知られている。地下水の揚水による地盤沈下はわが国の臨海工業地帯をはじめとする地下水の大量揚水地域で生じている。米国ではカリフォルニアのサンオーキンバレー、サンタクララバレー、アリゾナの中南部地域でもみられる。地下水の揚水による地盤沈下はテルツァーギ圧密理論によって説明される。地層中の全応力は地層を形成する粒子による有効応力\* (粒子間応力) と粒子の間隙をうめる地下水のもつ中立応力\* (間隙水圧) とから構成されている。揚水は地下水圧の低下によって可能となるが、この影響は粘土中の間隙水\* の排水をも生じさせる。この間隙水の排水に伴う中立応力の減少分は粘土の骨格構造の変形(圧縮) を引き起こす。粘土中の間隙水は粘性抵抗によって、ゆるやかに排水されるので間隙水は過剰間隙水圧をもち、粘土の骨格構造の変形は遅れる。粘土中の水はしだいに排水され、有効応力が増加して粘土の骨格構造は変形し、結果として粘土層が収縮し、地表面の沈下となって現れる。



出典：アーバンクボタ (1988)

「調泥剤」<sup>ちょうでいざい</sup> (mud water admixture)

さく井の際に井戸内を循環させる流体（泥水及び圧搾空気）は、井壁の崩壊防止あるいは「カッティングス」（掘屑）排除が主な目的であるが、これらの機能を増強するための添加材料として、「ペントナイト」、「CMC」、「レスター」、「発泡剤」等が用いられる。比重添加剤としてはバライトがある。

[ テ ]

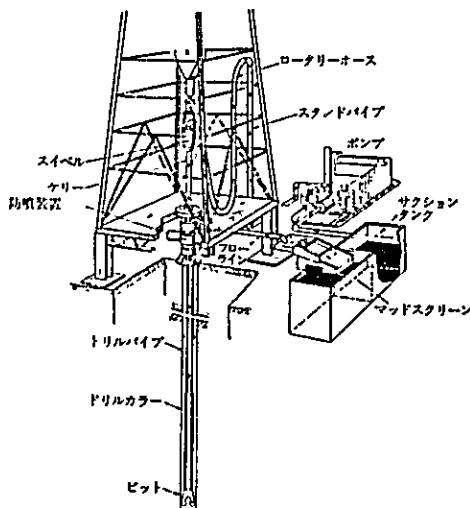
「泥水工法ツールス」 (mud-drilling tools)

さく井作業に係わる標準付属品及びさく井ツールスは機種によって異なる構成となるが泥水循環工法に使用されるツールス類をいう。

「泥水の正循環／逆循環」(direct mud circulation/ reverse mud circulation)

「ロータリー型さく井」において、ドリルパイプ内からさく井用流体を送り込む方式を正循環、ドリルパイプと井壁の間隙スペースを通じて流体を流下させ、ドリルパイプを通じて排出する方式を逆循環と呼ぶ。

正循環方式では、ドリルパイプを回転させる際に、パイプの上端から高圧ポンプによって循環泥水を注入するが、これによりピットの先端を冷却させると同時に、泥水のジェットによって掘削岩層の碎屑物を取り除くことができる。この碎屑物は循環泥水と混合して、ボーリングロッドの外側、すなわち掘削孔壁とロッドとの間を通って地表に排泄されるが、この方式では岩層が現実に掘削された時刻とその碎屑物が地表に排泄される時刻との間にズレが生ずる。また多少大きい礫や岩屑の排泄が困難で孔底に残る傾向がある。この欠点を緩和するために用いられるのが逆循環方式である。正循環方式との違いは、循環泥水のドリルパイプに対する流れの方向が逆になることである。循環泥水を掘削孔壁とドリルパイプとの間に注入し、それを掘削岩屑とともにドリルパイプによって吸い揚げて排泄するのである。この方式は従ってドリルパイプの口径を適当の大きさにすることによって、相当大きな礫や岩屑も排泄でき、時間のズレもなくなる。また掘削中の泥水の循環が活発で泥水材料になっている粘土やペントナイトが不必要に孔壁に付着することもなく効果的である。



出典：泥水の循環系統図

泥水の循環系統図

「適正揚水量」 (optimum yield)

この概念は「安全揚水量」(safe yield)と混同されることが多い。本用語集では「安全揚水量」を水収支の均衡を崩さないで長期的に地下水盆から取水できる量と定義している。

これに対して「適正揚水量」(optimum yield) 水収支の均衡以外の要件、例えば経済性や地盤沈下など環境への影響を考慮した上で、適正と判断される地下水盆からの取水量と定義できる。したがって「安全揚水量」の決定に当たって水収支の均衡以外の要件を考慮すれば両者は同じ意味を持つ。

またこれに対して、「井戸の適正揚水量」というときは、一般に帶水層の物理的性質が変化しない範囲で井戸から揚水できる「安全な限界量」と解釈されている。この場合の「限界量」は、本用語集28ページで解説されている「限界揚水量」をとることが多い。

## 「D T H ツールス」 (Down-The-Hole hammer tools)

ロータリーのドリルパイプの先端にエアハンマーとハンマービットを装着し、高速かつ強力な打撃により岩盤を掘進するためのさく井ツールスをいう。

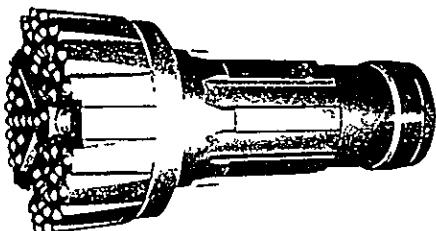
エア・ハンマーを駆動した圧搾空気は、カッティングスの排出のための循環流体を兼ねている。

近年になって、泥水工法でさく井できなかった硬い岩盤にも適応するために発達した。

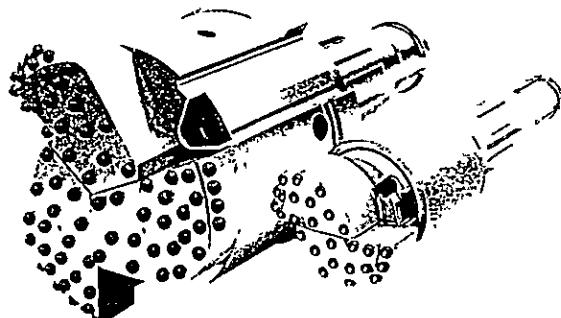
**A**D タイプ ダウンザホールハンマ



標準形ハンマービット

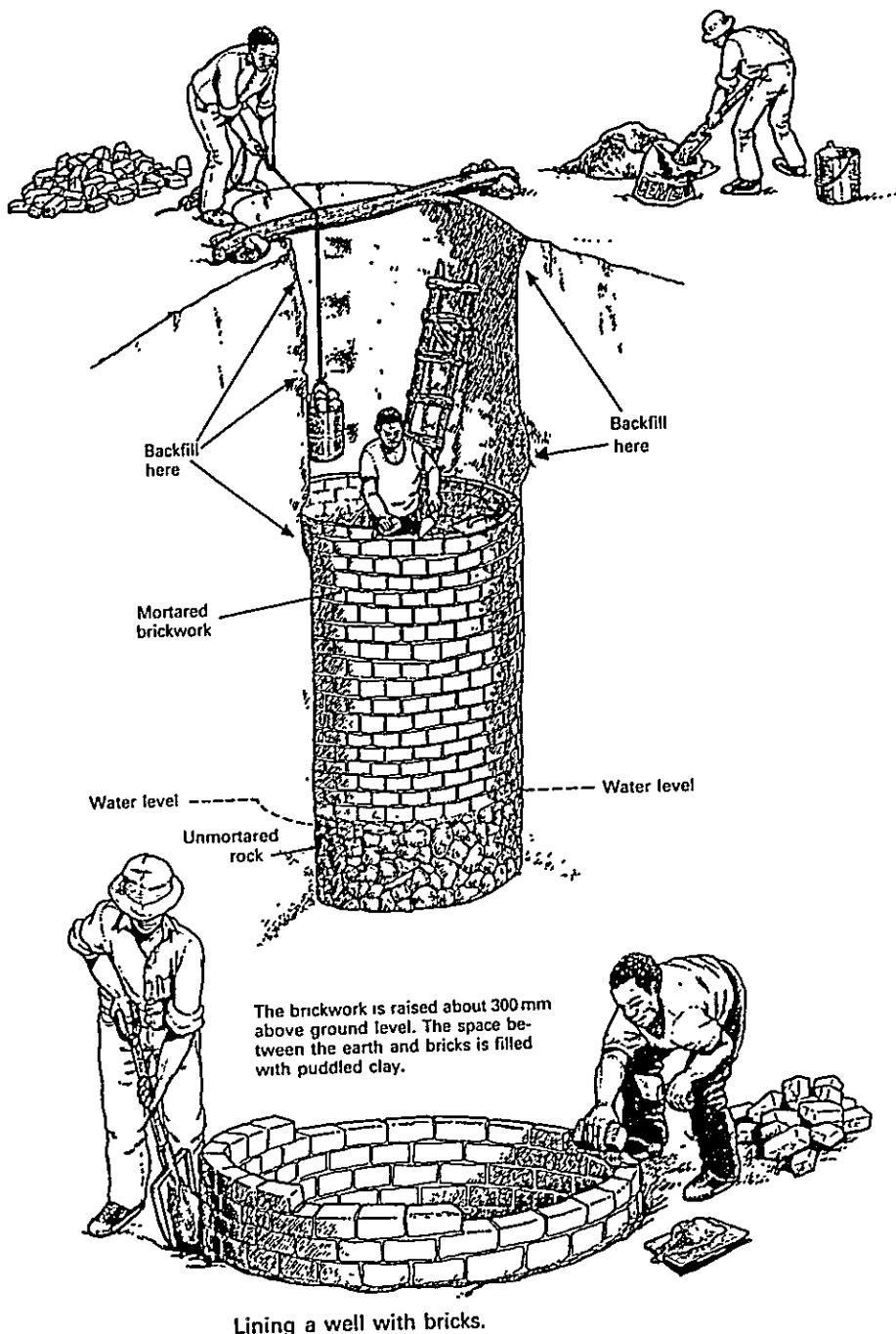


スーパー・メックスビット



「手堀り井戸」 (hand-dug well)

人力で掘った比較的大口径の井戸で、口径 1 m 前後、深さ数 m～10m 前後のものが多く、井壁を煉瓦、石、コンクリート管等で保護している。



出典：Peter Morgan  
RURAL WATER SUPPLIES  
AND SANITATION (1990)

電気探査は(1)自然電流による方法と(2)人為電流による方法とに大別され、後者は大地の比抵抗測定法と誘導電流法とに分けられる。この中で(2)は地質地下水の探査に応用される。

地殻を構成する岩石はそれぞれ電気抵抗が異なっている。一般に火成岩では、花崗岩などの酸性岩は抵抗が高く、蛇紋岩・玄武岩等の塩基性岩は低い。また風化の度合、変質の程度によっても抵抗が違う。

堆積岩では、礫岩・砂岩・凝灰岩・石灰岩は抵抗が高いが、粘板岩・ページ岩は低い。同じ岩石でも古いもの程抵抗が高く、風化の度合、変質の程度によっても異なってくる。

岩石に水が含まれていると大きな影響を与え、湿潤な岩石ほど電気抵抗が低く、その中に電解質が含まれていればさらに低くなる。地下水は砂や礫層を帶水層として存在し、その下に粘土層が不透水層として存在するのが普通である。それゆえに地表から垂直方向への電気抵抗を観測すれば、これらの砂礫層や粘土層が判別できる。

各岩石と比抵抗との関係

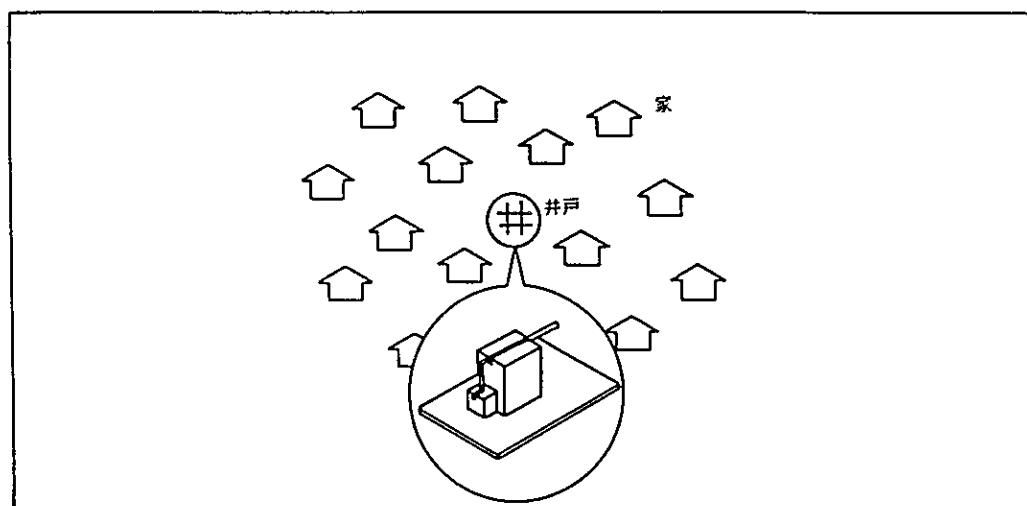
	岩 石	比 抵 抗		
		乾 ( $\Omega \cdot m$ )		
透 水 層	れ 砂 れ 砂 れ 砂	き き き 岩 岩	1,000~15,000 1,000~ 7,000 300~ 7,000 300~ 1,800 200~ 2,500	200~10,000 200~ 5,000 100~ 700 100~ 500 100~ 500
	口 一 ム		500~ 5,000	100~ 1,000
	凝 灰 岩		100~ 1,000	
	(A) 透 水			
	(B) 透 水		100以下 100以下 100以下 約 100以下	
非 透 水 層	シ 粘 泥 け			
	ル ト 土 岩			
	花 安 玄 結 晶 片		1,000~ 10,000 200~ 10,000 20,000 200~ 20,000 200~ 20,000	
	こ 山 武 片 麻		1,000~ 20,000 60~500,000	
	う 岩 岩 岩 岩			
	岩 岩 岩 岩			
	石 灰			

出典：志村 肇  
電気探査法（1997）

「点水源システム」 (point-source system)

井戸、湧泉、ため池等の水源施設に利用者が出向くか家庭まで水を運搬して利用する給水システム。

通常、人口 100から 3,000程度の散居型村落に適用される。施設の構成は、水源、ポンプ（「ハンドポンプ」の場合が多い）、その他である。



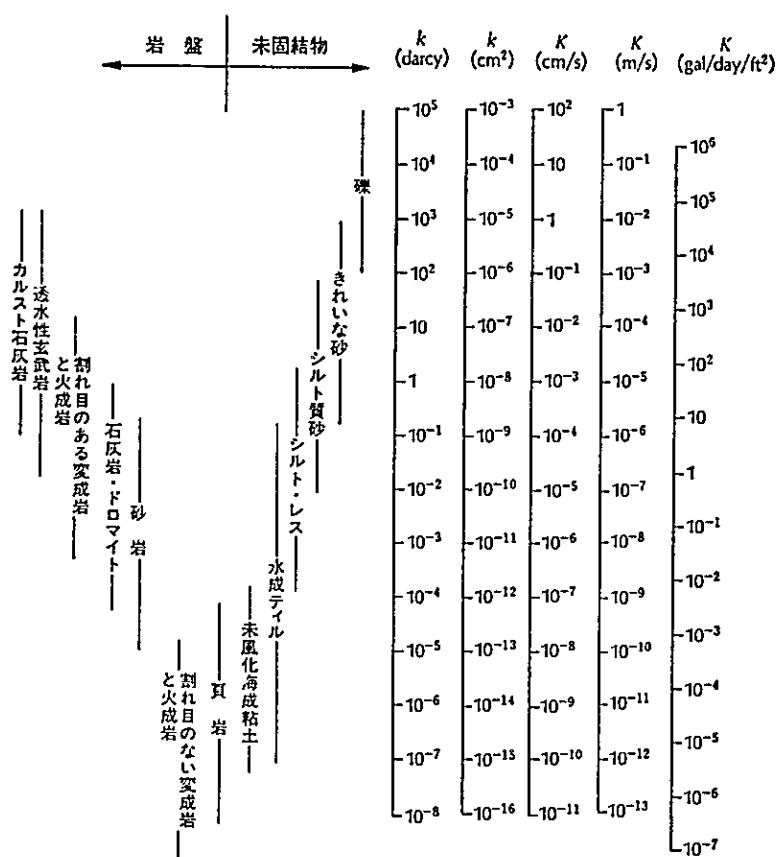
出典：日本国際協力システム（1994）

点水源給水システムの概念図

[ ト ]

### 「透水係数」 (permeability coefficient)

地層、岩石、土壤などが水を伝達する能力を透水性という。これを定量的にいえば単位時間に、単位の動水勾配で、地層の単位の断面積を通って流動する水量である。このような透水性を示す係数を透水係数という。



透水係数の範囲

出典：山本 荘毅 (1983)  
新版地下水調査法

## 「土工」 (earth work)

さく井作業班の進入のためのアクセス道路の軽微な補修は、村落受益者自身の労働奉仕で行うことを原則とする場合も少なくない。しかしながら、道路条件が全体的に劣悪で、その相当規模な補修または新設が避けられないような場合も多い。

このような場合には、効率的な事業実施のために「土工機械」（ブルドーザー）、高速移動のためのブルドーザーキャリヤー（トラック）及び燃料輸送のための軽車両が不可欠となる。土工の工程及び班数は、必要な土工量とさく井工程を勘案して別途算定する。

「土工機械」 (earthmoving equipment)

ブルドーザーまた、これの高速移動のためのキャリアートラックをいう。

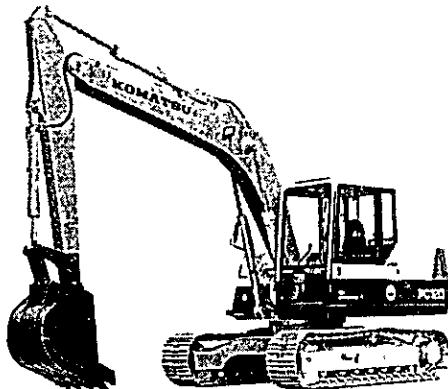


図 2.1-2 PC120-6 ハイドロペル



図 3.2-78 WS 500 A II ホイールローダー

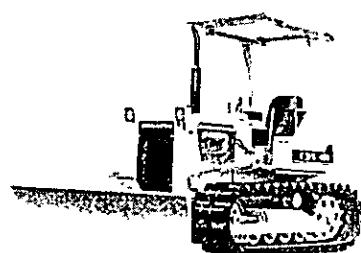


図 1.1-16 D20PG-6 ゴムクローラブルトーラー

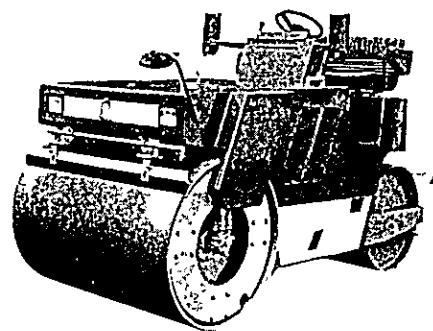


図 12.3-19 SG 500 前輪駆動式振動ローラ

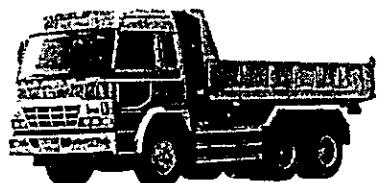
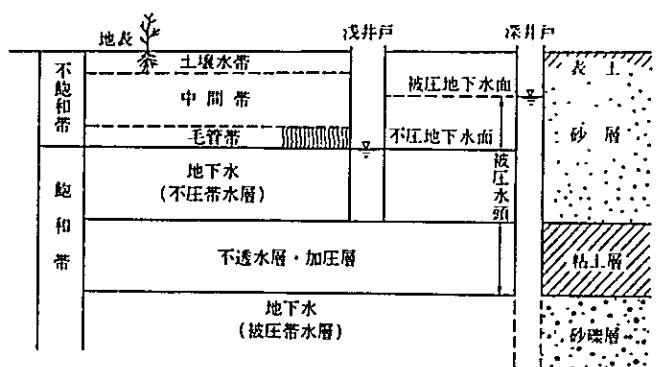


図 4.1-47 日野スーパー ドルフィン ダンプ  
U-FS3 FKAD

出典：日本建設機械要覧（1995）

## 「土壤水」 (soil water)

地下水表面と地表水にはさまれた部分（土壤水帯 (soil water zone) あるいは通気帯とよばれる）に含まれる水を指し、地下水表面下に位置する地下水帯 (groundwater zone) 中の地下水と区別される。土壤循環水あるいは土壤水分・土湿 (soil moisture) と記述される場合もある。土壤水は有機および無機物質を溶存した水溶液であり、一般には純粋な  $H_2O$  でない。粘土鉱物の格子の内部にとりかこまれた  $H_2O$  や気相（水蒸気）となって土壤空気の成分となっている水分は土壤水に含めない。土壤水は、水に優勢に働く力が吸着力である結合水（吸湿水）と、それが間隙に張る水面のメニスカスの毛管力や重力である自由水に大きく分類される。必要に応じて結合水は強結合水と弱結合水に、また自由水は懸垂水と重力水に細分される。これらのうちで水文学的に重要なものは、懸垂水と重力水である。土壤の圧力は大気圧より低く、その圧力はテンシオメータを用いて測定する。また、土壤水の量（土壤水分量）の表示の仕方には含水比、体積含水率、飽和度の三通りがある。近年の研究においては、降雨に伴う地下水表面の急上昇や河川へのすみやかな地下流出を引き起こす原因の一つとして、地下水表面直上の毛管水縁中の土壤水の降雨浸透に伴う挙動が注目を集めている。



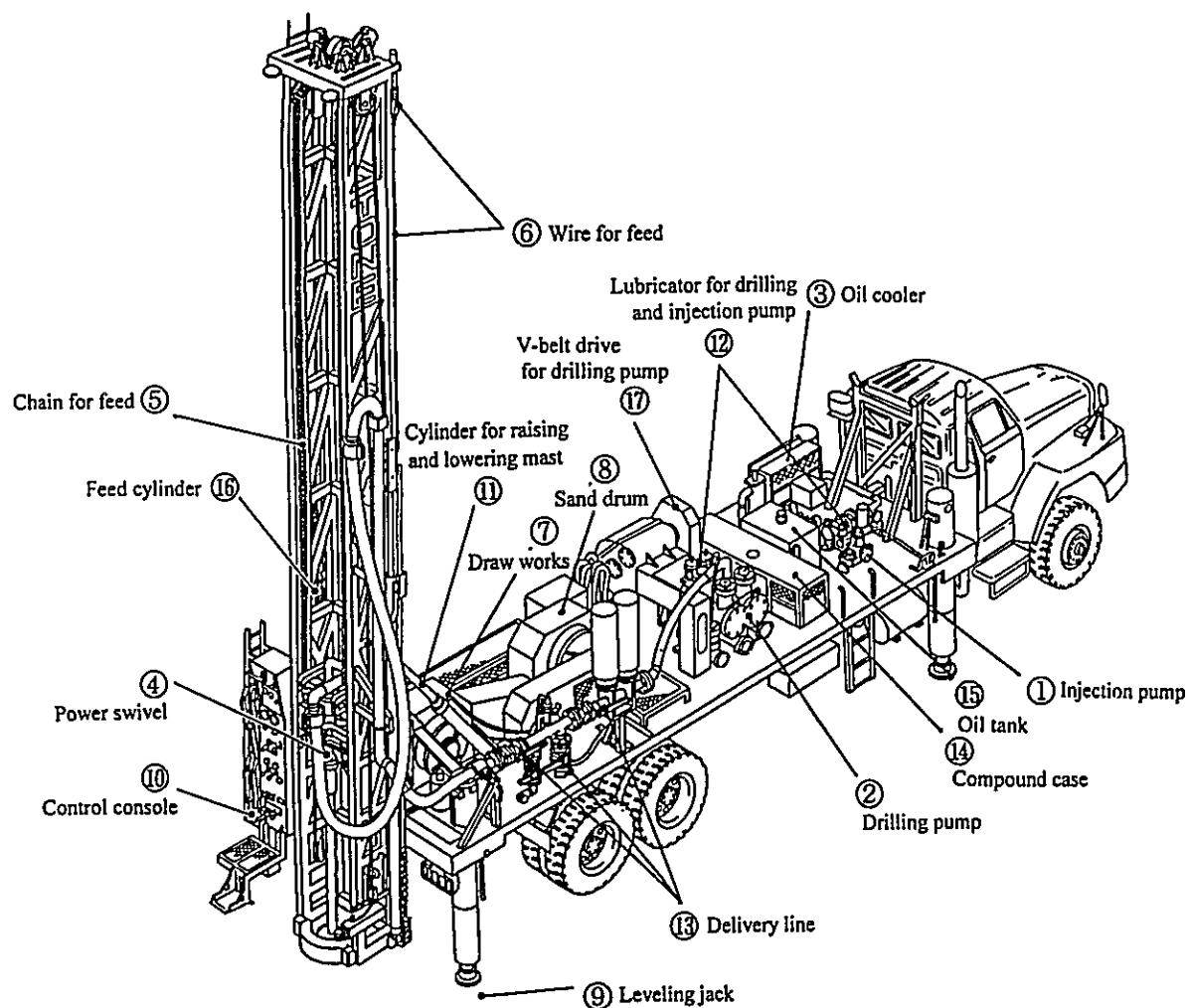
地層と地下水の関係

出典：水収支研究グループ  
地下水資源・環境論（1992）

「トップドライブ式ロータリー型さく井機」(top-head-drive type drilling rig)

「ドリルパイプ」への回転をドリルパイプの上端（トップ）に装着した油圧モーターによって与える方式の「ロータリー型」さく井機である。

数 100mまでの深さの「水井戸」さく井のため特に開発された機種で、「DTH」工法の適用及び多くの油圧系を採用してさく井作業の効率化を図ったタイプであり、通常の水井戸さく井に対しては、最も優れた費用、効果比を示す。



出典：(株)利根

ロータリー型さく井機の概念図

## 「土木」 (civil work)

井戸の周辺に設ける水叩き、排水溝、排水ピット、家畜給水槽等の深井戸の地上部分におけるコンクリート構造物（「頭首工」）を建設するためのコンクリート工を主とする作業である。

コンクリート材料、型枠、要員(7~8名)輸送のため中型トラックとコンクリートミキサー及び2.5日程度の工程が必要である。

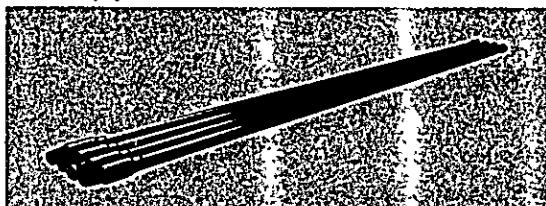
「ドリルカラー」 (drill collar)

ドリルパイプとピットの間に装着し、地層／岩層に対応する適当な荷重をピットに与えるためのツールである。（さく井ツールス参照）

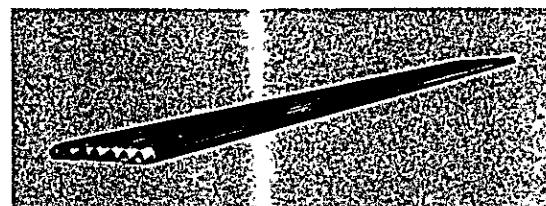
## 「ドリルパイプ」 (drill pipe)

「ロータリー型さく井機」で深井戸を掘進するため回転力と推進力を与えるとともに液体を送るための中空の鋼製のパイプである。掘管ともいう。

### ■ Drill pipes

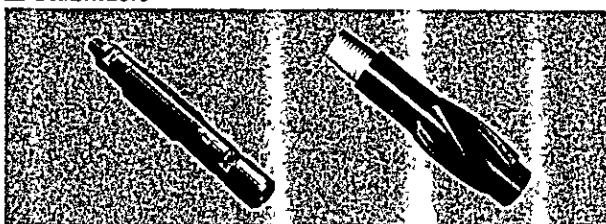


▲ External upset type (Screw-on and weld-on)

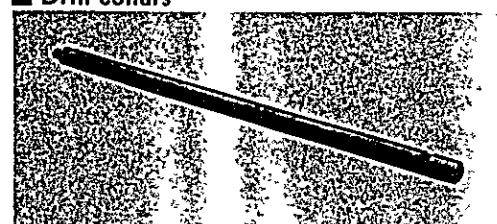


▲ Flush joint type (Friction and arc welding)

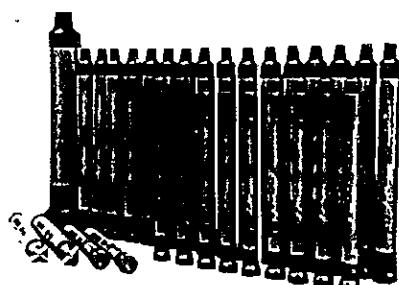
### ■ Stabilizers



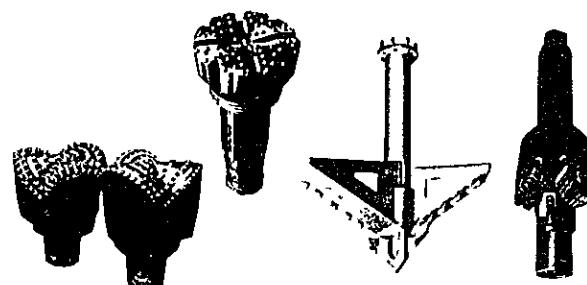
### ■ Drill collars



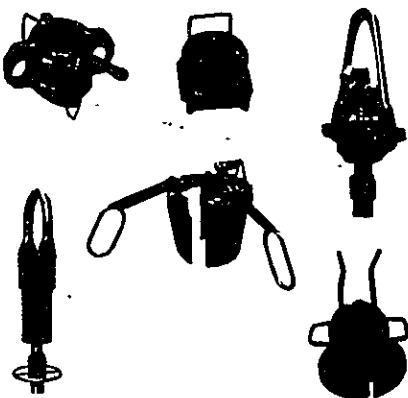
### ■ Down-the-hole hammers



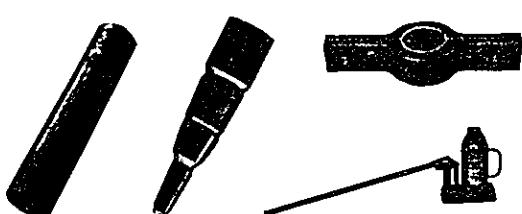
### ■ Bits



### ■ Lifting and lowering tools



### ■ Fishing tools



### ■ Other equipments

- Geological logging instruments.
- Geo-electric equipment.
- Water analysis kit.
- Seismic data acquisition system.
- Water level detector and recorder.

出典：鉱研工業 カタログ

[ ナ ]

「難透水層」<sup>なんとうすいそう</sup>  
(aquiclude)

1つあるいは複数の「帶水層」と層状をなして接する地層で、帶水層に比べてその透水係数が著しく小さい地層を難水層と呼ぶ。

[ ネ ]

「年間作業可能日数」 (annual working days)

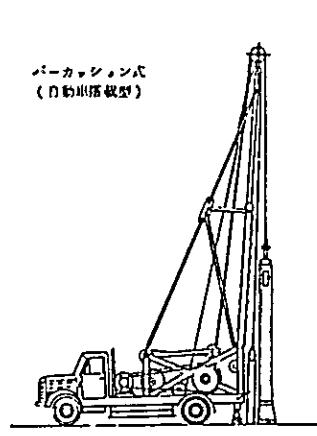
対象地域の気候条件、労働慣行及び労働法によって定まる1年間にさく井作業等が実施できる日数である。例えば、年間作業休止日数を土・日曜週休104日、国定及び宗教上の祝祭日21日、雨期の作業不能日30日、合計155日とすれば、年間作業可能日数は、210日となる。

「パーカッション型さく井機」 (cable-percussion type drilling rig)

一般に網掘式と呼ばれ、ワイヤーケーブルに掘削ツールスを吊り下げて自由落下させ、その衝撃で井戸を掘削するさく井機。

「カッティングス」の孔外への排出は水とともに「ペイラー」やサンドポンプ等で別途行う。岩種への適応性には限界があり、未固結の砂礫層や軟質な堆積岩には適用可能であるが、大きな砾を含む地層や固い岩盤には適用できない。「ロータリ一型さく井機」に比べて燃料及び工事用水消費量が非常に少なく、作業人員も少なくてすむという長所がある反面、非常に能率が悪く掘削口径が大きくなりケーシングコストが高くつくという短所がある。パーカッション型は機能が単純で高度の修理技術も高価なスペアパーツも必要としないため、開発途上国では根強い要望がある。しかし、掘削能率は非常に悪い。

## (1) 車輪搭載式さく井機



掘さく装置とマストを車輪に搭載  
したさく井機で機動性に富んださく井機である。

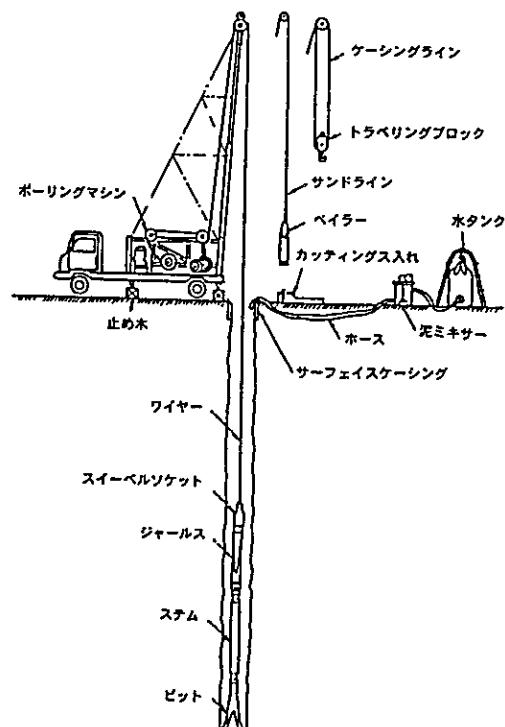
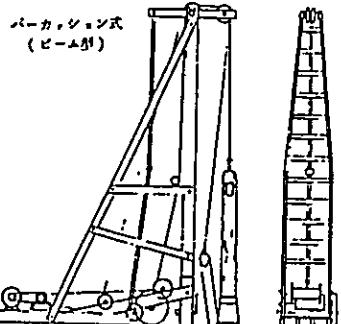
## (2) 角やぐら式さく井機

定置式では代表的な機種で、正四角形の平面から通称四つやぐらと呼ばれる垂直荷重の安定に富むさく井機である。

パーカッション式  
(角やぐら)

## (3) ピーム式さく井機

やぐら頂部に乗せたピームを軸とする機種で、ブルリールにオーム機構を設けているので、ドリリングラインの微弱な調整が容易である。



出典：三協工業（株）

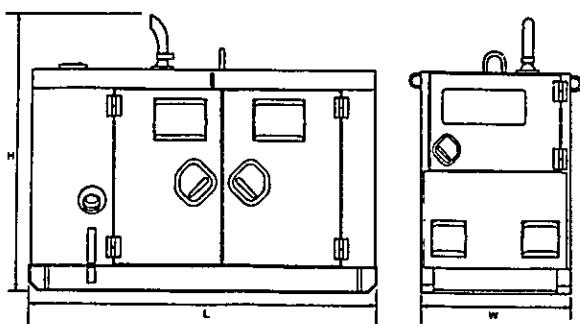
パーカッション型さく井機の概念図

掘削機種優劣表

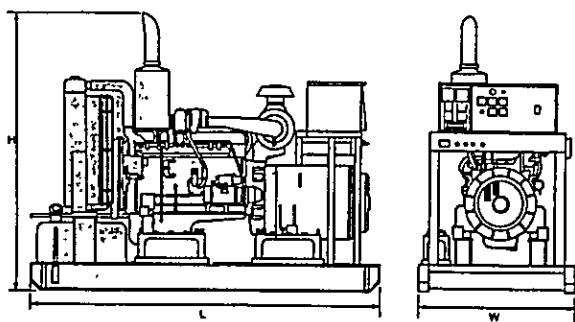
機種・工法	掘進能力			適用地質			地下水以外への適合性	①②に対する適合性	資材部品入手難易度	操作性	耐久性	維持管理	将来性	価格	要望	総合評価	
	深さ mm	孔径 mm	孔長 mm	土 砂	堆積岩	基盤岩											
④バーカッショーン (ケーブルツール)	100 ~200	100 ~600	○	△	×	○	○	×	○	○	△	○	○	×	安い	×	×
⑤ダイレクトロータリー スピンドル型	500以上	46 ~1,500	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	高い	×	×
⑥ダイレクトロータリー ケーブル型	500以上	46 ~1,500	○	○	△	○	○	○	△	△	○	○	○	○	高い	×	×
⑦ダイレクトロータリー トップドライブ型 バーベヘッド型	500 ~1,500	46 ~1,500	○	○	△	○	○	○	△	△	△	○	○	○	高い	△	×
⑧リバースロータリー	100 ~1,500	46 ~1,500	○	△	×	○	○	×	×	△	○	○	△	○	○	高い	×
⑨エアーロータリー	100 ~200	○	○	×	△	—	△	—	△	○	○	△	○	○	○	高い	△
⑩エアーバッカッシュン	100 ~200	×	△	○	△	—	△	—	△	△	△	○	○	○	○	高い	△
⑪+⑫+⑬ スピンドル型 エアーロータリー エアーバッカッシュン	500以上	46 ~1,500	○	○	○	—	—	△	△	○	○	○	○	○	○	最も高い	△
⑭+⑮ テーブル型 エアーロータリー エアーバッカッシュン	500以上	46 ~1,500	○	○	○	—	—	△	△	○	○	○	○	○	○	最も高い	△
⑯+⑰+⑱ トップドライブ型 エアーロータリー エアーバッカッシュン	500	46 ~1,500	○	○	○	—	—	△	△	○	○	○	○	○	○	最も高い	○

「発電機」 (generator)

電気エネルギーを発生する機器である。水中モーター・ポンプ等を駆動するのに必要とされる。



Model	Dimensions (mm)			Weight (kg)
	L	W	H	
DCA-13PK (V)	1450 (1450)	690 (690)	900 (900)	520 (49)
DCA-16PKII (VII)	1450 (1545)	670 (670)	900 (900)	640 (54)
DCA-20PKII (VII)	1580 (1650)	690 (690)	900 (900)	590 (58)
DCA-27PK II	1850	750	1000	730
DCA-45P	1760	1020	1405	1260
DCA-70P	2090	1020	1500	1220
DCA-85PK	2220	1240	1630	1400
DCA-125PK	2550	1340	1835	1880
DCA-165PK	2670	1340	2095	2200
DCA-220PK	2800	1500	2110	3150
DCA-275PK	2800	1500	2110	3320
DCA-300PK	3000	1480	2290	4100
DCA-400PK	3000	1460	2290	4300
DCA-500PK	3850	1700	2725	6700
DCA-600PK	3850	1700	2725	6900
DCA-800AM	4000	2070	2700	8100



Model	Dimensions (mm)			Weight (kg)
	L	W	H	
DCA-27I	1620	750	1015	5570
DCA-45I	1760	830	1135	6920
DCA-70I	2090	880	1230	11100
DCA-85K	2220	1100	1630	11270
DCA-125K	2550	1200	1835	17000
DCA-165K	2670	1200	2095	21900
DCA-220K	2800	1350	2110	22880
DCA-275K	2800	1350	2110	30500
DCA-300K	3000	1480	2290	37000
DCA-400K	3000	1460	2290	39000
DCA-500K	3850	1700	2460	6150
DCA-600K	3850	1700	2460	6200
DCA-800LBM	3850	1950	2060	7700

出典：デンヨー（株） カタログ

「発泡剤」 (foam)

「カッティングス」の排除を促進するため圧搾空気に添加する石鹼質の薬剤である。

[ ヒ ]

「被圧帶水層」 (confined aquifer)

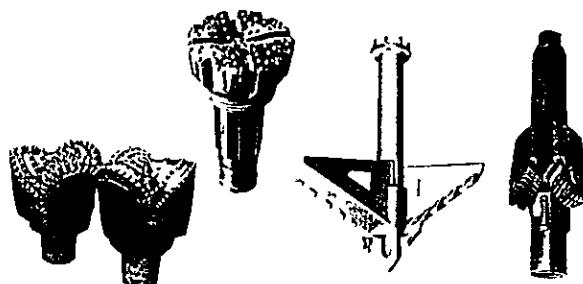
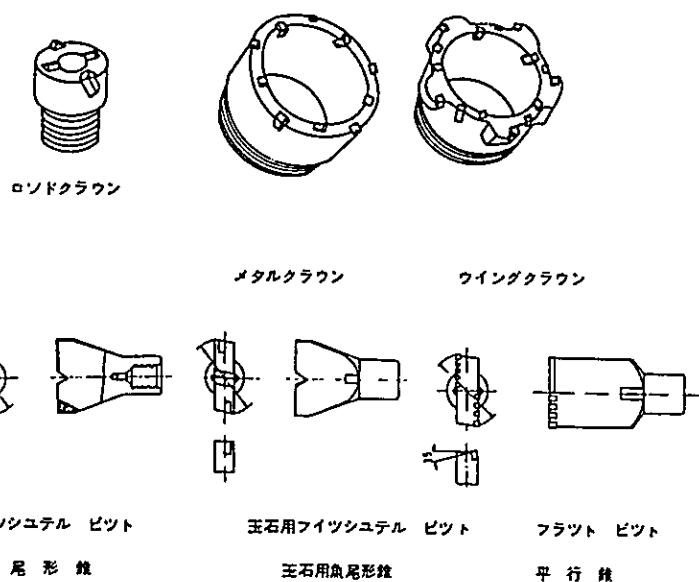
「被圧地下水」を包蔵する「帶水層」をいい、その上部及び下部を「加圧層」(粘土層のような透水性の低い地層或るいは岩層)に挟まれている。地下水がその上部にある難・不透水性の地層の存在によって大気圧よりも大きな圧力のもとで存在する。そのような帶水層の中に掘られた井戸の中で、水位は上位加圧層の底から上昇し、被圧水の水頭を規定する高さにまで達する。被圧帶水層の圧力は、主として涵養地域の水面の高さより支配されている。

「被圧地下水」 (confined groundwater)

「加圧層」によって被圧されている「地下水」で、大気圧よりも高い圧力を有している。通常の場合、深層地下水は被圧地下水を意味する。地下水位が地表より高い場合は自噴することがある。不圧地下水と対比される。

## 「ピット」 (bit)

掘削ツールスの先端に装着され、直接地盤を掘削する錐先で、地層と岩層及び機種により種々のタイプ、口径のものがある。例えば、軟弱の表土層にはフィッシュテールビット、軟岩にはメタルビット、あるいはトリコンビット、硬岩にはダイヤモンドビットを用いる。また目的がコアを必要とする場合にはコアリングビットをコアを必要としない場合にはノンコアリングビットを使用する。しかしコアを必要としなくてもコアリングで掘進した方が掘進能率の良い場合にはコアリングビットを使うこともある。



出典：鉱研工業 カタログ

各種ビット

「標準付属品」 (standard accessories)

さく井機及び搭載車両に係わる修理工具、泥水ポンプに付属するホース類、その他の機器類のことである。

[フ]

「不圧帶水層」  
(unconfined aquifer)

不圧地下水を包蔵する「帶水層」のこと。不圧帶水層は、その最上部に地下水面をもっており、水は直接に土壤中の大気と接している。(帶水層参照)

[ フ ]

「不圧地下水」 (phreatic water/unconfined groundwater)

地下水自体の物体力（自重）と大気圧の和に等しいような水圧をもつ地下水である。

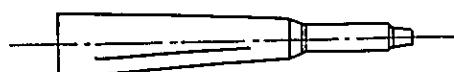
水面を持ち、地表面から地下水までの深さは、自然条件によって異なるが、1m未満から 100m以上まで存在する。不圧水ともいい、被圧地下水と対比される。（帶水層参照）

「フィッシングツールス」 (fishing tools)

井内に落下したツールスの回収のためのツールス類をいう。



フリクション ソケット



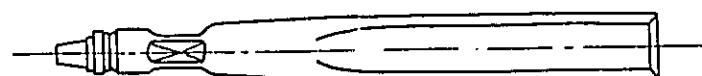
ホーン ソケット



スリップ ソケット



コンビネーション ソケット



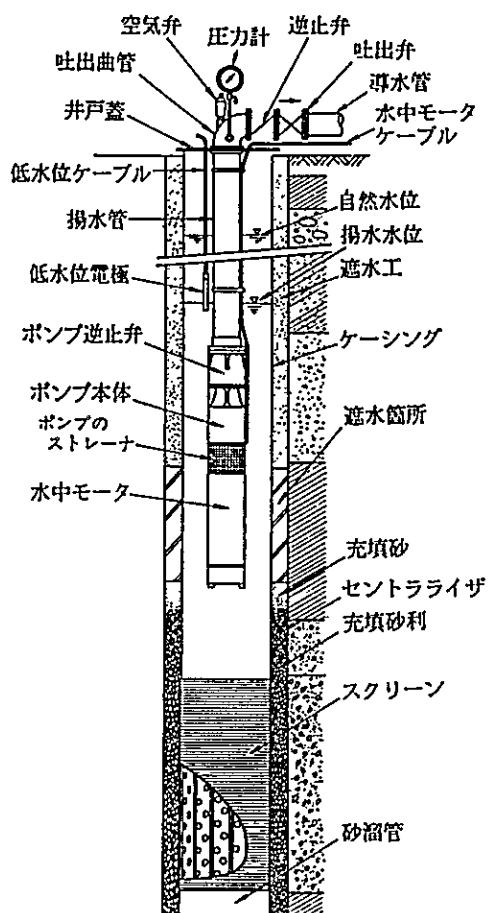
スパッド

出典：三協工業（株）

各種フィッシングツールス

## 「深井戸」 (deep well)

口径 300mm程度の機械掘削の井戸で、一般には30m以上の深井戸となる。手掘りの深井戸も存在するが、決定的な違いは井戸の口径と深度である。手掘りの場合には人が井戸の底に下りて掘削するため、口径は 1m前後となり、また深さにも限界がある。それに対して機械掘りの深井戸の場合には、口径が 300mm前後、深さも 100mを超えることが珍しくない。その形状から管井または、ボアホールとも呼ばれている。JICAでは、機械掘りの井戸を深井戸と呼ぶことにする。

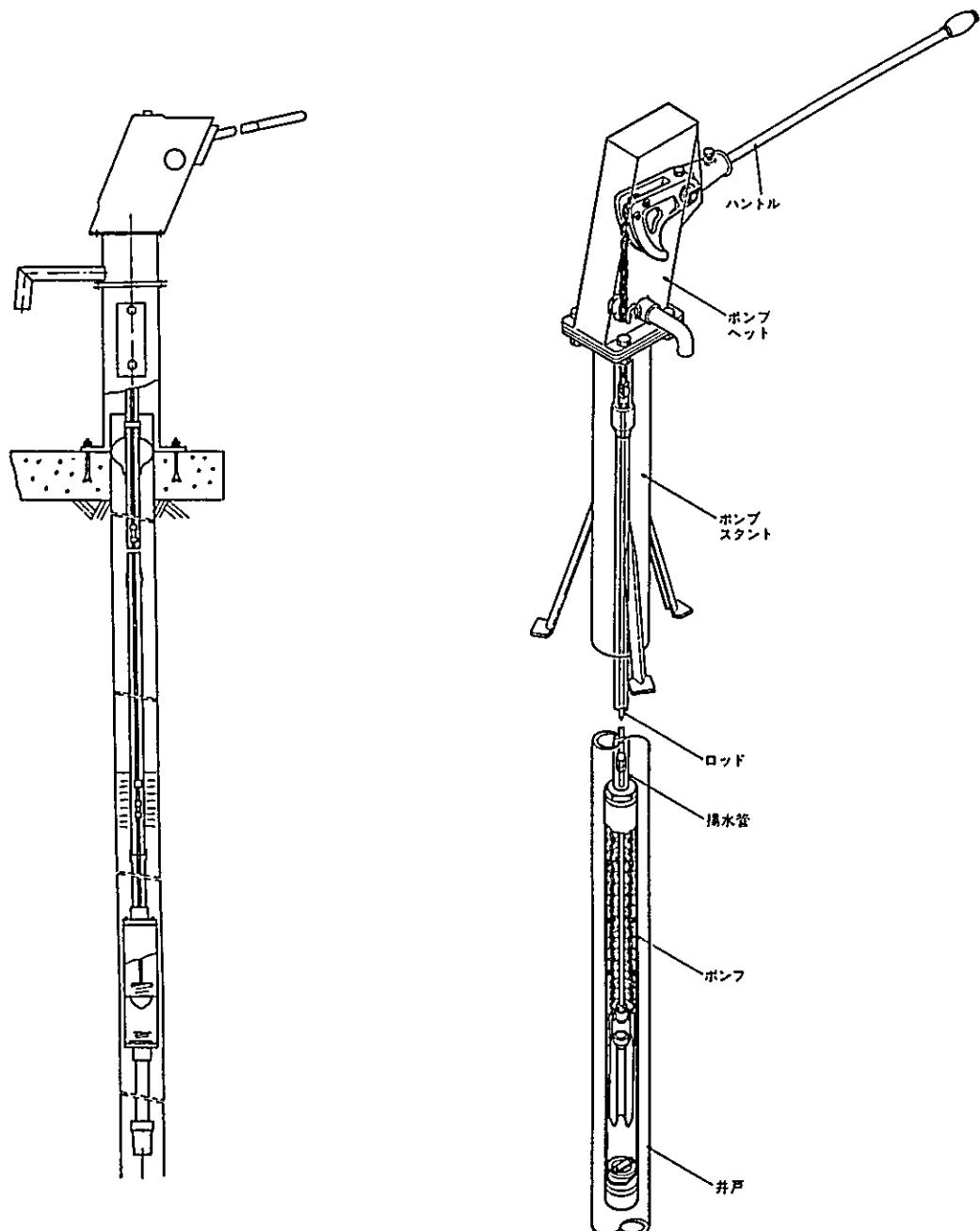


出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）

深井戸構造図

「深井戸用ハンドポンプ」 (deepwell handpump)

人力によって揚水するポンプで、婦女子でも操作できるよう設計された手廻式、足踏式などもあり、揚程60m、揚水量900l／時が可能であるが、一般的には揚程30m、揚水量600l／時程度が標準である。



深井戸用ハンドポンプの構造図

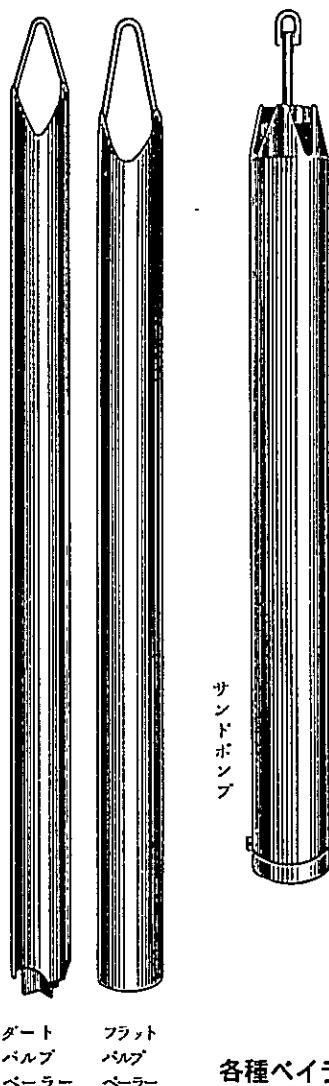
出典：(株)日さく カタログ

トーゴ共和国で使用されている手動式ポンプの性能比較表

ポンプ種類 性 能	フランス製 足踏みポンプ	米 国 製 手押しポンプ	ベルギー製 手廻しポンプ
揚 水 方 法	横 隔 膜 式	蛇 腹 式	ブ ラ ン ジ ジ 一 式
動 力 伝 達 方法	水 壓	ケーブル	ロ ッ ド
駆 動	手押し / 足踏み	手 押 し	手廻し / 手押し
シリンドラー径 (mm)	92	89	60~80
最小井戸口径 (mm)	100	100	100
揚水量 / 揚 程 (l/min) (m)	20 / 30	18 / 30	24 / 40
操 作	軽 い	軽 い	やや重い
維 持 管 理	難	易	易
トーゴでの交換部品の入手状況	やや難	難	普 通
評 価	横隔膜部分を中心とした故障が多く維持管理が難しい。	故障が少ないが、広くは普及していない。 交換部品の入手に時間がかかる難点が考えられる。	故障が少なく、トーゴ国では広く普及している。交換部品の入手は比較的容易
総 合 評 価	×	△	○

## 「ペイラー」 (bailer)

鉄管の下端に、上方へ開く弁をつけており、主に「バーカッシュョン型さく井」で、カッティングス（掘屑）を採取して井外に排出するのに用いられる。フラット・バルブ型とダートバルブ型がある。ケーシング後の泥水排出、スワッピング、洗浄にも使用される。ペイラーはさかさまにして排出する。ペイラーはビットとは別のワイヤーロープに取りつけられているのが普通であるが、いわゆる掘管にはペイラーとビットと兼用しているものが多く、一般にサンド・ポンプと呼称されている。この種の兼用のものは、長さ5mの分厚の鋼鉄管を用い、掘削される井戸の孔径によって各種の口径のものが用意されている。



出典：三協工業（株） カタログ

ダート  
バルブ  
ペーラー      フラット  
バルブ  
ペーラー  
各種ペイラー

### 「ベントナイト」 (bentonite)

膨潤性が強く、吸水膨張してついにゲル状にまでなる粘土の一種である。主成分鉱物はモンモリロナイトであり、水中に分散させると粘性や比重も増し、含有量を多くするとかわ状になるので、ボーリングの際の孔壁保護等を目的とし循環水に混ぜたりする。泥水の主調泥材として最も優れており、欠くことのできないものである。

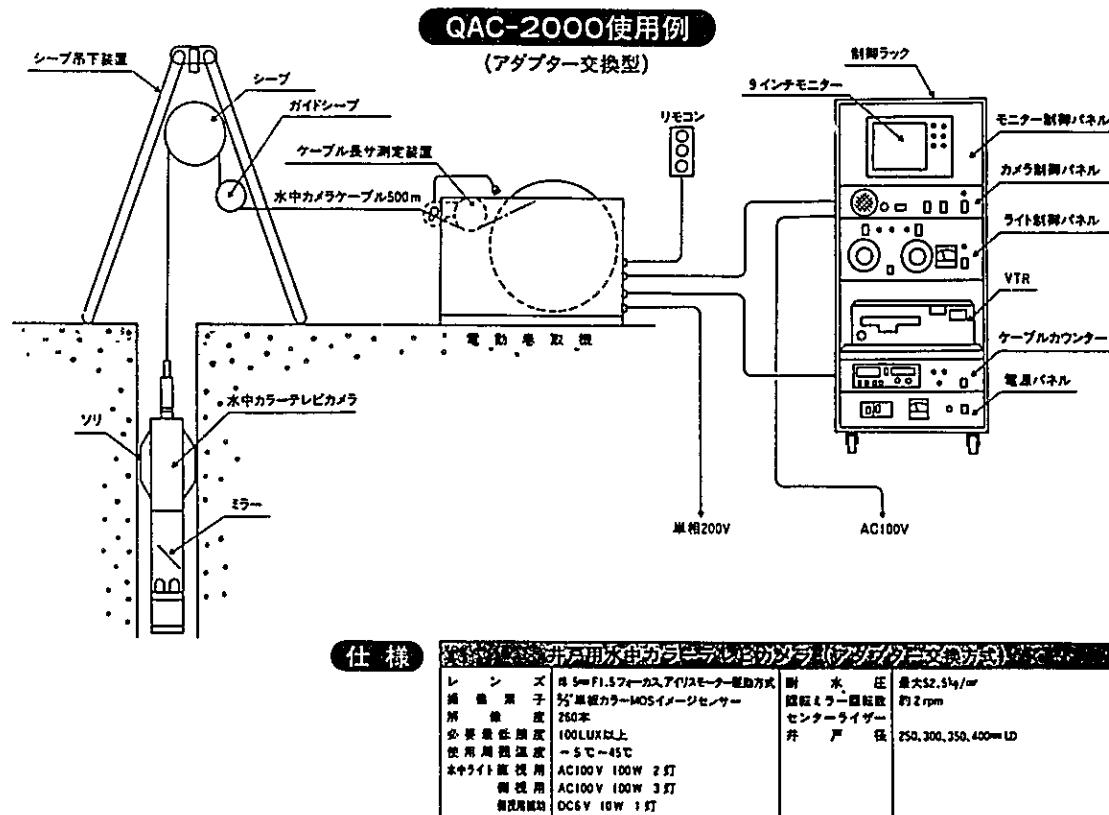
[ ホ ]

### 「ボアホールカメラ」 (borehole camera)

ボアホールカメラは、井戸の内部に水中カメラを挿入し、地上において井戸内部の様子をカメラによって観察するための計測器である。

主な調査の対象としては

- 1) ケーシングパイプおよびスクリーンパイプの腐食状態の観察
- 2) ケーシングパイプ溶接箇所の漏水・故障などの発見
- 3) スクリーンの目詰まり、インクラスマッテーションの状況観察
- 4) 砂流出の原因究明
- 5) 孔内落下物の観察
- 6) 改修工事の施工計画策定
- 7) 浚渫、改修工事の結果確認

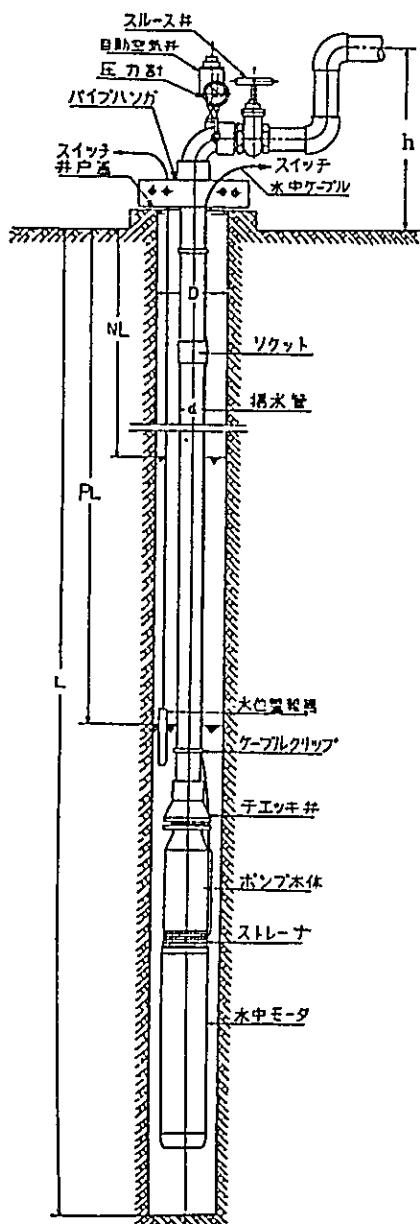


ボアホールカメラの概念図

出典：キュー アイ カタログ

## 「ポンプ据え付け」 (pump installation)

深井戸の頭首工が完成した後、動力ポンプあるいはハンドポンプを据え付け及びテスト揚水を行って、井戸施設を完成する作業をいう。作業班は4名程度の要員で構成される。



出典：深井戸の管理技術マニュアル（1992）  
日本水道協会

掘付図  
NL 自然水位 PL 連転水位  
h 地上揚程 L 井戸深さ  
D 井戸径 d 揚水管口径

ポンプ据え付けの概念図

[ミ]

「水井戸」<sup>みずいど</sup> (water-well)

地下水を採取するための井戸の俗称である。

「水管理委員会」 (water management committee)

別名井戸管理委員会 (well management committee) または水利用委員会 (water user's committee) とも呼ぶことがある。一般に利用者負担及び利用者参加の原則にもとづき、井戸施設の維持管理に係る費用／労力の負担をうながすため組織化を義務づけるものである。通常委員会は、委員長、総務、会計、修理、清掃の5名によって構成されており、多くは村落でも人望の厚い人材が選出されている。これらの委員は名誉職的な意味もあり、報酬を得ている人は少ない。

建設された当初の施設を長年にわたって有効活用するためには、計画の当初から住民参加による水管理委員会の育成と組織化及び維持管理教育の普及が求められている。

[ム]

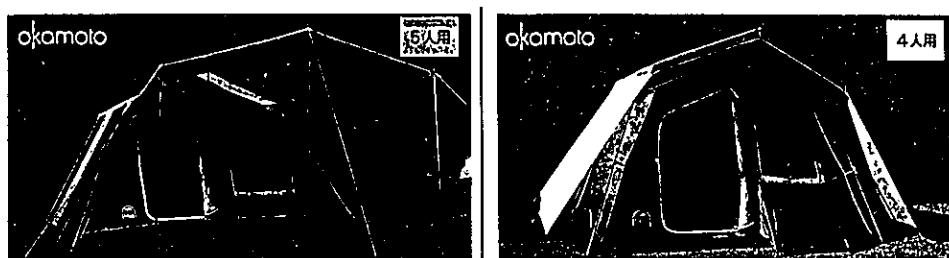
「無線通信システム」 (radio telephone system)

電話等の通信手段のないところで事業を実施する場合必要である。さく井サイト  
／ベースキャンプ／実施機関本部等を結ぶ通信システムである。最近では通信衛星  
を利用したシステムも導入されており、より便利になっている。

[ヤ]

**「野営設備」 (camping facility)**

ホテル等の宿泊施設がない地域では、プロジェクト要員の野営設備が必要であり、気象条件によるが、労務者とスタッフのクラス別の設備が要求される。通常は、プレハブ宿舎キャンピングトレーラを用いるが、テント／簡易ベット／トイレ／シャワーユニット／ディーゼル発電機等から構成される。

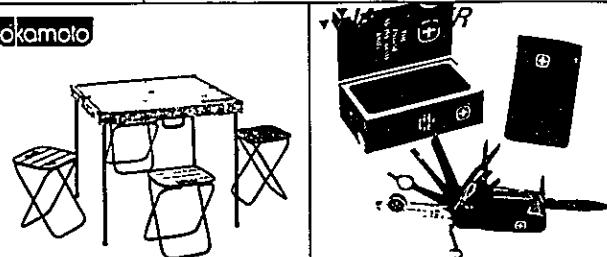


テント  
CABIN7  
[D9] (B1120 958300) (2401)  
●外寸法 W1300×H2000×D1000(アリたたみ時) ●重量 1kg

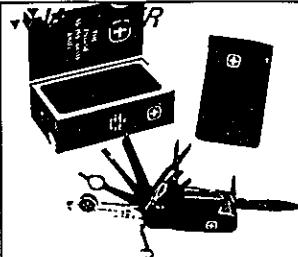
テント  
CABIN6  
[D9] (B1120 958300) (2401)  
●外寸法 W1260×H2000×D1000(アリたたみ時) ●重量 1kg



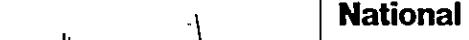
マッキンリー バーベキューコンロ  
[E0] (B7096 406000) (1026)  
CB-600  
■材質 鋼板メラミン焼付塗装、亞鉛メッキ鋼色 オリーブ  
■外寸法 W615×D550×H670mm



テーブルセット(木製)  
[E0] (B1120 958300) (2401)  
YT-106  
■材質 ラミンウッド



「スーパータレンツ」  
[F5] (B1032 398000) (2755)  
15403(本体)  
66611(専用ケース)  
■材質 (ハンドル)ナイロン樹脂AGS樹脂(刃)ステンレススチール鋼色 レット、ブロック  
■外寸法 (本体) W250×D140×H160mm (専用ケース) W150×D100×  
H40mm ■重量 (本体) 21kg 専用ケース 160g



冷蔵庫  
[F5] (B2034 958300) (1987)  
CTL-175  
■冷却能力 -4°C  
■外寸法 W530×D420×H440mm ■重量 1kg



RV GEAR ポータブル冷温庫  
[G5] (B5018 471000) (6250)  
ERV721-H  
■カラー 黒(DC12V)、AC100Vと充電式の3電源方式  
■保冷容量 5.5L(DC12V時) 6.0L(AC100V時)  
■外寸法 W515×D280×H224mm ■重量 7kg



ポータブル発電機 [G5] (B5018 471000) (6250)  
ERV703-H  
■機能 DC12V、急速3時間、AC100V、12時間蓄電バッテリーチャージ付  
■外寸法 W360×D120×H300mm ■重量 5.5kg

[ヨ]

「揚水管長」 (riser pipe length)

ポンプ本体から地上まで汲上げる揚水管のトータル長さで、mで表す。

「揚水水位」 (pumping water level/dynamic water level)

揚水水位とは、水中モータポンプを稼働させ、井戸水を汲み上げている状態の水位をいう。この揚水水位を測定することは、揚水量と揚水水位との関係が把握でき、深井戸、水中モータポンプを適正に維持管理する上で必要な資料となるので、記録して整理保管しておく。

揚水水位は、揚水量によって大きく変化するため、揚水量は毎日測定し、揚水水位は可能な限り頻繁に、少なくとも毎月定期的な測定を行う。このことにより過剰揚水、水位の低下には十分注意する。また、新設時における揚水試験報告書などの内容を十分に解析し、これらと現状の揚水水位や揚水量とを比較検討の上、適切な処理を行い、深井戸の保全に努める。

「揚水試験」 (pumping test)

井戸が完成したら最終的に井戸の湧水能力及びこの井戸から得られる地下水の水質を確認し、量的、質的に利用者への供用の可否を判断するための揚水試験を行う。湧水能力の確認は、ポンプによる揚水を行い、揚水量と水位降下量との関係を測定する揚水試験により行う。水質の確認は、原位置測定（水温、pH値、電気伝導度等）と採取検体の試験室での水質分析により行う。

揚水試験は最低12時間程度行うのが通常であり、連続揚水試験、段階揚水試験、水位回復試験等で構成される。さく井班とは別に揚水試験班（5名程度）が分担し、水中モーターポンプ、揚水管、ディーゼルジェネレータ等の揚水試験機器と、要員運搬のため軽車両1台と2.5日程度の工程が必要である。

## 「揚水試験機器」 (pumping test equipment)

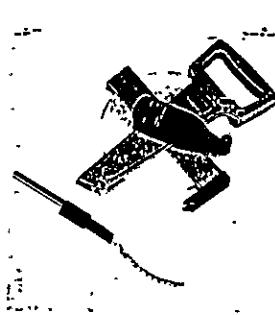
さく井完了の井戸について実施される「揚水試験」に必要とされる機器をいう。物理検層を行う「孔内検層器」、揚水試験のための「水中モーターポンプ」と「ディーゼル発電機」、揚水量を測る「流量計」あるいは「三角ノッチ」、水位を計測するための「孔内水位計」、水質の変化を測定する「電気電導度計」及び「水温計とpH計」、等が含まれる。

「孔内検層器」は、さく井完了後、ケーシングパイプ挿入前に孔内に挿入し、帶水層あるいは不透水層の位置／厚さを確認するために、比抵抗、自然電位等の測定を行う機器である。上記項目の他、孔径、ガンマ線、水温、電導度等を測定するユニットを装着することができる。

「孔内水位計」は揚水試験時だけでなく、さく井作業中或いは井戸の完成後も隨時、地下水位計測のために使用される。この水位計は、携帯型触針式のものが便利である。

「電導度計」及び「pH計」は、さく井中、揚水試験中及び井戸利用中でも地下水の水質の変化を隨時測定するためのものであり、これらの計器も、携帯型デジタル表示のものが便利である。

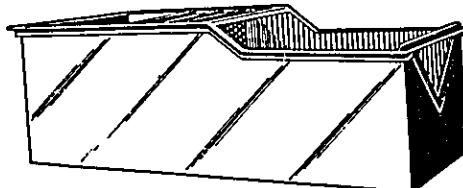
### ミリオン水位計



ミリオントープと、水検知回路がドッキング。水位計測がスピーディかつ確実に行えます。

#### 仕様

- 目盛 ..... 2mm毎
- 判定全長 ..... 50m
- 重量 ..... 1kg(乾電池含む)
- 電源 ..... 単3乾電池2本/3V
- 電池寿命 ..... 連続使用時間約24H



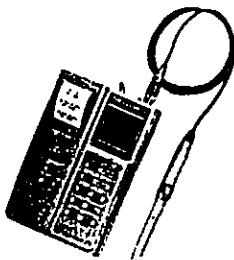
三角ノッチ

### ポータブル電導度計



- ・測定範囲：電導度 0~20mS/cm(J = 1), 0~200mS/cm(J = 10) 温度 0~99.9°C
- ・レンジ切換：自動、手動
- ・計器再現性：電導度 2%FS
- ・温度補償：自動温度補償
- ・電源：乾電池 (S-006P×1) または AC100V (ACアダプタはオプション)

### ポータブルpH計



- ・測定範囲：pH 0.00~14.00, mV 0~±1,999mV (HM-11P), 温度 0~99.9°C (HM-11P mV測定時は表示しません)
- ・校正：自動2点校正
- ・電源：乾電池 (S-006P×1) または AC100V (ACアダプタはオプション)

出典：産業機器 総合カタログ

「揚水量」 (pumping rate)

ポンプの汲み上げ水量で、 $\ell/\text{min}$ ， $\ell/\text{sec}$ ，リットル／時 ( $\ell/\text{h}$ )などの表し方がある。

揚水量は最大揚水量、限界揚水量、適正揚水量、安全揚水量の4つが挙げられる。最大揚水量とは揚水試験で得られた最大の揚水量で、限界揚水量とは井戸周辺の地下水の流れが層流から乱流に変わる変換点での揚水量である。揚水量と水位降下量は、ある一定の量までは正比例し、その量を超えると水位降下量が一気に上昇していくがその変換点を示す。

適正揚水量とはある井戸において、著しい井戸損失の増加や地下水層の物理性に異常変化が生じない範囲のもので、限界揚水量の70%以下の揚水量をいう。また安全揚水量とは、定期的な水位観測により、自然水位を低下しないで長期的に安定して揚水できる水量で、適正揚水量に優先するものである。揚水量の調節は、仕切弁の開度で行う。なお、複数の深井戸の場合は、地盤沈下防止対策のため、安全揚水量の範囲内で揚水し、当該地下水域の水収支の均衡を保つことが必要である。

[リ]

「<sup>りくすい</sup>陸水」 (terrestrial water)

存在場所が海洋以外の水界、すなわち河川、湖沼、土層、地層等を含め陸に囲まれた地域内に存在する天然の水を一括していう。地下にあるもの（地下水）と地面上にあるもの（地表水）とに分けられ、地表水はさらに、流動する河川水と静止する湖沼水とに分けられる。

「裂罅水」 (fissure water)

固結岩の割れ目、節理、断層等の他、溶岩中に発達するいわゆる風穴のような空洞、石灰岩地域の鍾乳洞等に賦存する地下水をいう。これに対して未固結岩の粒子間の空隙を満たす水を地層水 (stratum water)と称している。岩盤地帯のトンネル工事などで局部的に大量の地下水が湧出して難工事となることがあるが、これは裂罅水の場合が多い。かつて丹那トンネルの掘削時に湧出した裂罅水は断層破碎帯に伴うものといわれ、現在でも熱海市の水道水源として利用されているほどである。裂罅水の中には湧出の初期には大量の水量だったものが時間の経過とともに減少し、中にはまったく涸渴するものがある。このようなものはいわゆるポケット (water pocket) といわれる地下の孤立した空洞の水である。かつての河道が溶岩流によって埋まり、そこがいわば地下川のような状態になった場合には、きわめて大量の地下水が流れていることがある。有名な富士西麓にある白糸の滝はその例である。

〔口〕

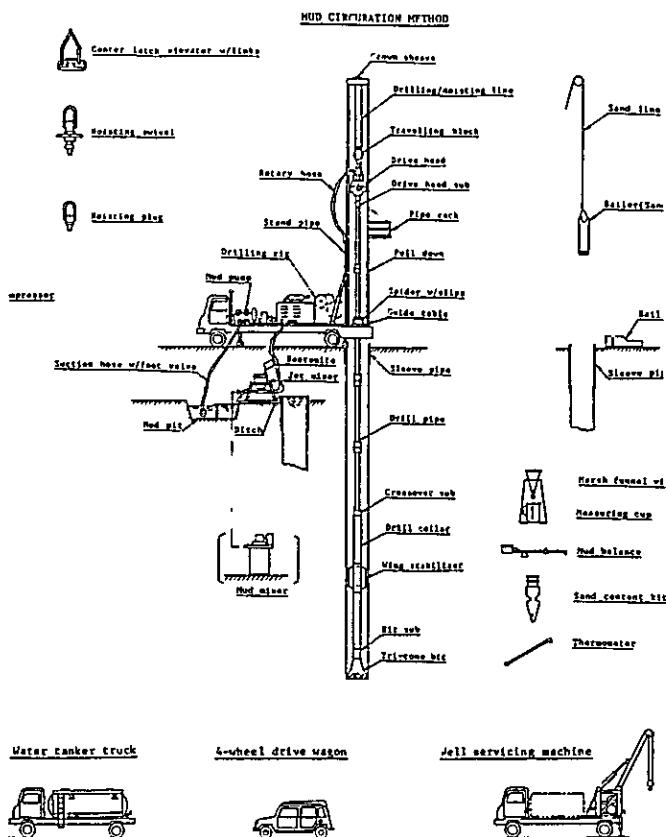
「漏水涵養」 (leakage recharge)

「地下水盆」全体にわたる大規模な地下水開発が行われると、「帶水層」の水圧が低下し、被圧帶水層ではその上部及び下部の加圧層を通しての漏水による「涵養」が発生する。このような漏水涵養は被圧帶水層への地下水涵養の主体をなす。

## 「ロータリー型さく井機」(rotary type drilling rig)

ドリルパイプ（掘管）を回転させ、先端に装着したビット（錐先）で掘進し、カッティングス（掘屑）の排出は、ビットの冷却を兼ねて、ドリルパイプを通じて井内を循環させる流体（泥水、または圧搾空気）により行う機能をもつさく井機である。

ドリルパイプの上端（トップ）地上部に装着した油圧モーターによりドリルパイプに回転を与えるトップドライブ型と、削井機面に装着した歯車により回転を与えるテーブルロータリー型がある。いずれにしてもロータリー型の掘削機を使った掘進には、循環道路水を用いた泥水工法が用いられる。循環泥水としては一般にペントナイトを主成分とした泥水が用いられ、カッティングスの排泄、ビット内の冷却以外に、ドリルパイプ等の回転抵抗の減少、孔内の崩壊防止等に使われる。この循環泥水の送水方法は正循環方式と逆循環方式があり、正循環が一般的である。ただし、バーカッション型に比べて、ロータリー型さく井機を使用した工法は、燃料及び工事用水使用料が多く作業人員も多く必要である。さらに、支援車両も多く要するという短所があるが、総合的な事業のコスト・ベネフィットでは、バーカッション型にまさっている。



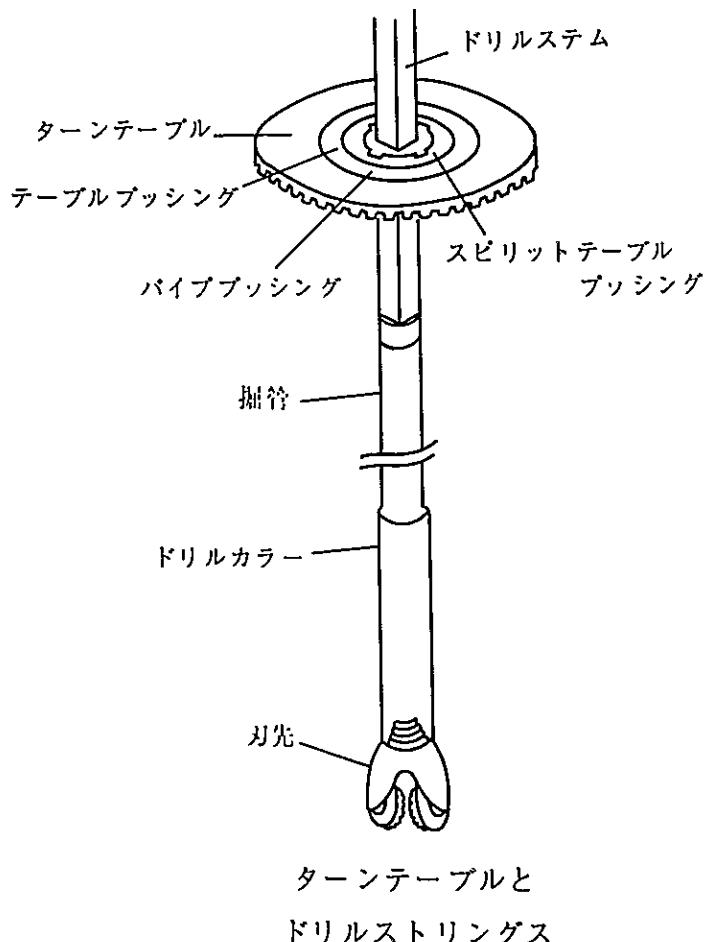
ロータリー型さく井機の概念図

出典：三協工業（株）

## 「ロータリーテーブル式さく井機」(rotary-table type drilling rig)

さく井機面に装着した円卓形歯車によりドリルパイプに回転を与える方式のさく井機で、チェーンまたは油圧モーターで駆動される。回転トルクに優れ、主として大口径／大深度の油井(oil well)等のさく井用に開発された機種である。

ロータリーテーブルの中央はビットが通過できるように四角ないし六角状の穴があけられている。この穴径はテーブルを通過できるビットの最大寸法を意味しているので、テーブルの穴径によってロータリーマシンの大きさが表される。この穴の中にテーブルブッシングとスピリットテーブルブッシングがはめられ、その中央の穴にステムガイドが挿入される。ステムガイドはドリルシステム(ケリー)に取り付けられ、テーブルの回転をドリルシステムに与えるとともに、一緒に上下できる。



出典：三協工業（株）  
ロータリーテーブル式さく井機の概念

[ワ]

「ワークケーシング」 (work casing)

さく井中の井壁の崩壊を防止する目的で一時的に設置される「ケーシングパイプ」、永久ケーシングパイプが設置された後に抜き取る場合が多い。通常、表層に設置される口元ケーシング (surface casing) と、より深い部分に設置される作業用ケーシング (work casing) とがある。

## 参考文献一覧表

- 1) 岡崎正孝：カナートイランの地下水路，論創社，1994
- 2) 梶根勇：地下水資源の開発と保全，水利科学研究所，1973
- 3) 梶根勇・山本莊毅：扇状地の水循環，古今書院，1971
- 4) 建設省水文グループ：最新地下水学，山海堂，1980
- 5) 酒井軍治郎：応用地下水学，朝倉書店，1967
- 6) 柴崎達雄：地下水盆の管理，東海大学出版会，1975
- 7) 志村馨：電気探査法，昭晃堂，1964
- 8) 全国地質調査業協会連合会：ボーリングポケットブック，オーム社，1983
- 9) 地下水ハンドブック，建設産業調査会，1976
- 10) 地質調査試験錐課編：図解ボーリング便覧，丸善，1968
- 11) 地下水入門，上質工学会，1986
- 12) 日本水道協会：深井戸の管理技術マニュアル，1992
- 13) 農業用地下水研究グループ：日本の地下水，地球社，1986
- 14) 水収支研究グループ：地下水資源学，共立出版，1973
- 15) 村下敏夫：地下水要論，昭晃堂，1975
- 16) 山村和也：土と水の諸問題，鹿島出版会，1979
- 17) 山本莊毅：新版地下水調査法，古今書院，1983
- 18) 山本莊毅編：地下水学用語辞典，古今書院，1986
- 19) 山本莊毅：地球科学講座「陸水学」，共立出版，1968
- 20) 山本莊毅編：水文学講座全15巻，共立出版，1972
- 21) 山本莊毅他監修：最新地下水学，山海堂，1977

※上記の参考文献の他にメーカー各社のカタログ及び図面を活用させていただいた。

**無償資金協力地下水開発案件に係る用語集**

---

平成8年12月24日発行

定価 3,000円（税込）

監修：国際協力事業団無償資金協力調査部

発行：財団法人 日本国際協力システム

〒151 東京都渋谷区代々木2-4-9

新宿三信ビル6階

TEL 03 (5352) 5912

---

禁複写

© 財団法人 日本国際協力システム 1996年



1