

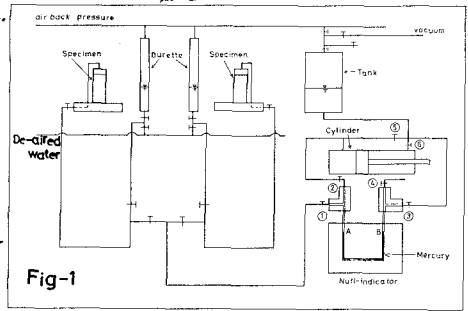
北大工学部 山口晴幸
 北大工学部 北郷 繁
 北大工学部 三田地利之

【はじめに】 粘性土の非排水せん断特性(特に, ダイレイタンス挙動)はせん断時の時間効果より, 圧密時の時間効果を顕著に受けることを報告してきた。本文は, 等方圧密した粘性土について, 平均有効主応力一定排水せん断試験, 側圧一定排水せん断試験を実施し, 排水せん断中の体積変化(%)が圧密成分(%) c と偏差応力成分(%) d との和を表現することを確認し, さらに, この組み合わせが二次圧密中の粘性土の排水せん断中においても成立するかを検討したものである。

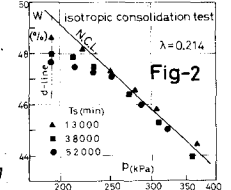
P_c (kPa)	T_s (min)
195	0
195	13000
196	38000
195	52000

Test Type	No	P_c (kPa)	T_s (min)	ϵ (%/min)
P-Test	30	194	0	$\Delta\epsilon=0.075$
ND-Test	47	193	0	0.000742
DD-Test	50	195	22000	0.000762
DD-Test	48	193	56000	0.000755

【実験】 試料は練返し再圧密粘性土であって, その物理的性質はLL 95%, PI. 64%, G_s 2.61, 粘土分($<2\mu m$) 77% である。圧密は back pressure 98(kPa)のもとでの等方圧密^{1),2)}で, 所定の圧密圧(≈ 196 kPa)まで段階的に拘束圧を増やす方法を取った。一次圧密領域と二次圧密領域との境界と便宜上, 所定の拘束圧に達してから2800分経過した時点をとし, その後の静置期間を二次圧密期間として T_s (min)で表す。なお, 一次圧密終了時では実質的に過剰間隙水圧が消散しており, 圧密度は99%以上に達している。

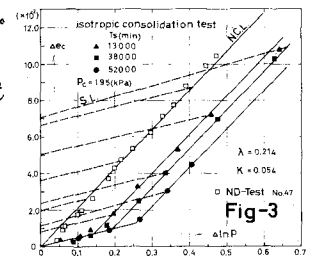


(i) 等方圧密膨張試験 表-1に示すように, 所定の圧密圧力($P_c=196$ kPa)で一次圧密終了後, さらに, 13000分, 38000分, 52000分静置した後, 24hr間隔で拘束圧を20kPaごとに増し, 再び圧密を行ない, 24hr経過の後, 20kPaごとに拘束圧を下げ膨張させる。なお, $T_s=0$ の供試体についての e - $\ln p$ 曲線と正規圧密線(N.C.L.)とをま。



(ii) 平均有効主応力一定排水せん断試験 (P-Test) 一次圧密終了後, 直ちに応力制御で有効主応力比増分($\Delta\epsilon=0.075$)およびその載荷期間(24hr)を一定にして排水せん断。

(iii) 側圧一定排水せん断試験 (ND-Test, DD-Test) 二次圧密中にある供試体について, u を制御して排水せん断する。なお, $T_s=0$, $T_s \neq 0$ の場合をそれぞれND-TestとDD-Testとして区別して表-2に示している。せん断中の排水量はナルインジータ, コントロールシリンドラ, モータから成る体積変化測定装置と考察し, 自動的かつ連続的に測定した。図-1は配管図を記している。全ルートは脱気水で満し, せん断中排水は供試体上部キャップを通り, ①に入る。そこで, 水銀ヘッド(A)と(B)にわずかな圧差を生じ, このと(B)位置の光電スイッチが感知し, モータが作動し, シリンドラ内のピストンロッドが右側に移動する。そこで, 水はシリンドラ左室に誘導され, 再び水銀ヘッドが閉り合状態となり, モータが停止する。この一連の動作が連続的に繰り返される。供試体への吸水の際には, このと逆の動作が起きる。なお, 排水量はピストンロッドの移動量(100mmのダイヤルゲージ)とシリンドラの断面積(6.15cm²)から計算し, 1/100ccまで測定可能である。



【実験結果と考察】 $\sigma_1 = \sigma_3$, $p = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$, p_c = せん断開始時の平均有効主応力, e_c = せん断開始時の間隙比, v_c = せん断開始時の供試体の体積, $(\%e)_c$ = 全体積 u のみ, $(\%e)_d$ = P-Testによる体積 u のみ(ダイレイタンス), $(\%e)_c$ = 平均有効主応力増分による体積 u のみ, $(\%e)_d^* = (\%e)_d - (\%e)_c$, P_c = 等価圧密圧力, Δe = 全間隙比の変化量, Δe_c = 平均

有効主応力増分による間隙比の変化量, $(\Delta e)_c = \text{critical state } z \text{ の } \Delta e - \Delta e_c$, E_s 軸 u のみ, $E_s = e_s - \frac{1}{2}(\Delta e)_c$ とする。図2, 3は二次圧密中の供試体についての等方圧密試験結果を λ の小含水比 (w) , 間隙比の変化量 $(\Delta e)_c$ を示している。圧密試験開始時において状態曲面下の d -line 上に位置するが, 圧密圧 (P) の増加に伴い, 再圧密線(膨張曲線)上をたどり, 正規圧密線(N.C.L.)に達し, さらにN.C.L.上を沿って圧密が進行する。二次圧密期間が長いほど擬似先行圧密圧力が増大し, N.C.L.(勾配 $\lambda = C_c/2.3 = 0.214$)に達するまでの P の値が大きくなる。なお, 図3の破線は膨張線(S.L.)を示しており, λ の勾配 k の値($k=0.054$)は二次圧密期間によって変化がほぼ一定である。

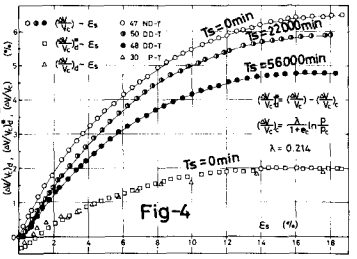
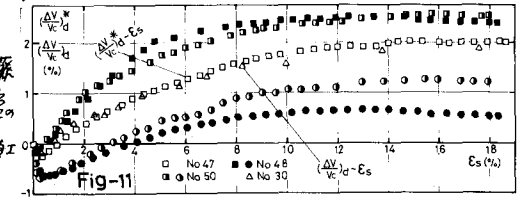
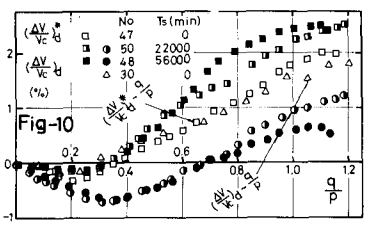
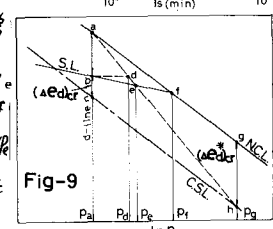
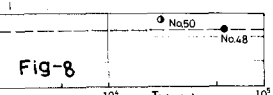
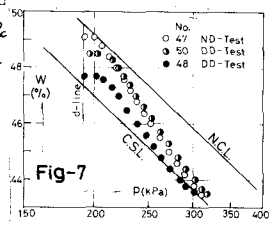
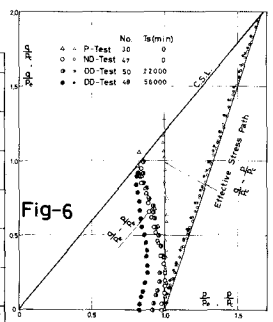
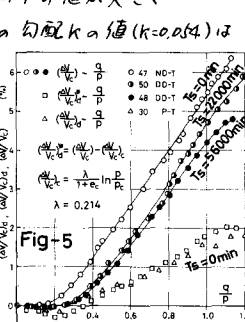


図4, 5は排水せん断試験結果を示す。まず, 正規圧密供試体において, $(\Delta e)_c = (\Delta e)_c + (\Delta e)_d - (1)$ の関係が成立することを確認する。Ts=0の場合の圧密試験結果より, $(\Delta e)_c$ と P との関係は $(\Delta e)_c = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{P}{P_c} - (2)$, λ として, $(\Delta e)_d$ と $(\Delta e)_d$ と E_s , ρ との関係を示したのが図中の口印であり, (1)式の関係が成立すれば, 図6の P_c で正規化した状態経路も一致する。つまり, 図3の口印で示すように, 排水せん断中の平均有効主応力増分による Δe は P の増加に伴い, (2)式のN.C.L.上を沿って増加する。次に排水せん断特性にあよばる Δe の影響について検討する。図4, 5に示すように, Tsが大きくなるにつれて, 同一の E_s の第2の体積 u のみ $(\Delta e)_d$ は低下する。図7は排水せん断中の状態経路 $e-w$ と P 上にプロットしたものである。 Δe の影響を受けると, ND-Testの状態経路は遷移するまで, 体積 u のみ $(\Delta e)_d$ がゼロでせん断が進行し, λ の後ND-Testと同一の経路をたどりcritical stateに達するように見える。図9は圧密試験結果をふまえて, 排水せん断中の状態経路を模式的に $e-\ln P$ 面に示したものである。 a 点による排水せん断経路は $adeh$, Δe の影響により b 点にある場合は $bdeh$ となる。また, 平均有効主応力の増加に伴う Δe_c はND-Testでは $\Delta e_c = \lambda \ln \frac{P}{P_c}$, DD-Testでは $\Delta e_c = k \ln \frac{P}{P_c}$, $k < \lambda$; $\Delta e_c = \lambda \ln \frac{P}{P_c}$ となる。 λ として, $k < \lambda$ での Δe_c はND-, DD-Testで等しくなる。図8はcritical state z の $(\Delta e)_c$ の値を示しており, Tsによる変化はほぼ一定の値である。しかし, $k < \lambda$ での Δe_c の影響を受けると, Δe_c は別の値を取る。一方, b 点にある供試体についてP-Testを実施したとすると, critical state z のダイレーション量は $(\Delta e)_c$ となり, DD-Testからの $(\Delta e)_c$ とは異なることになる。 λ として, Δe_c の影響を受けると, λ の後の応力経路により, ダイレーション量は異なることになる。図10, 11は体積 u のみ $(\Delta e)_d$, $(\Delta e)_d$ と ρ , E_s との関係を示している。なお, $(\Delta e)_d = (\Delta e)_c - (\Delta e)_c$, $k < \lambda$ での $(\Delta e)_c = \frac{k}{\lambda} \ln \frac{P}{P_c}$, $k < \lambda$ での $(\Delta e)_c = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{P}{P_c}$, $(\Delta e)_d = (\Delta e)_c - \frac{k}{\lambda} \ln \frac{P}{P_c}$ より計算した。体積 u のみ Δe と間隙比変化量との関係は $(\Delta e)_d = \frac{\Delta e_c}{\lambda} \ln \frac{P}{P_c}$ である。 λ として, Tsが大きくなるほど Δe_c は小さくなり, $k < \lambda$ での $(\Delta e)_d$ は大きくなる。



(あとがき) 本報告の実験のデータ整理に当り, 本学大学院生佐藤 定明, 本学学生福岡 雅司, 中西由一 諸君, 林 國作 氏に於いて工務 豊 技 臣の多大の協力を受け, 心記に深甚の謝意を表す。(参文) 1) 土木 1980 年 10 月号, 2) 土木 1980 年 10 月号, 3) 土木 1980 年 10 月号, 4) 土木 1980 年 10 月号, 5) 土木 1980 年 10 月号, 6) 土木 1980 年 10 月号, 7) 土木 1980 年 10 月号, 8) 土木 1980 年 10 月号, 9) 土木 1980 年 10 月号, 10) 土木 1980 年 10 月号, 11) 土木 1980 年 10 月号, 12) 土木 1980 年 10 月号, 13) 土木 1980 年 10 月号, 14) 土木 1980 年 10 月号, 15) 土木 1980 年 10 月号, 16) 土木 1980 年 10 月号, 17) 土木 1980 年 10 月号, 18) 土木 1980 年 10 月号, 19) 土木 1980 年 10 月号, 20) 土木 1980 年 10 月号, 21) 土木 1980 年 10 月号, 22) 土木 1980 年 10 月号, 23) 土木 1980 年 10 月号, 24) 土木 1980 年 10 月号, 25) 土木 1980 年 10 月号, 26) 土木 1980 年 10 月号, 27) 土木 1980 年 10 月号, 28) 土木 1980 年 10 月号, 29) 土木 1980 年 10 月号, 30) 土木 1980 年 10 月号, 31) 土木 1980 年 10 月号, 32) 土木 1980 年 10 月号, 33) 土木 1980 年 10 月号, 34) 土木 1980 年 10 月号, 35) 土木 1980 年 10 月号, 36) 土木 1980 年 10 月号, 37) 土木 1980 年 10 月号, 38) 土木 1980 年 10 月号, 39) 土木 1980 年 10 月号, 40) 土木 1980 年 10 月号, 41) 土木 1980 年 10 月号, 42) 土木 1980 年 10 月号, 43) 土木 1980 年 10 月号, 44) 土木 1980 年 10 月号, 45) 土木 1980 年 10 月号, 46) 土木 1980 年 10 月号, 47) 土木 1980 年 10 月号, 48) 土木 1980 年 10 月号, 49) 土木 1980 年 10 月号, 50) 土木 1980 年 10 月号, 51) 土木 1980 年 10 月号, 52) 土木 1980 年 10 月号, 53) 土木 1980 年 10 月号, 54) 土木 1980 年 10 月号, 55) 土木 1980 年 10 月号, 56) 土木 1980 年 10 月号, 57) 土木 1980 年 10 月号, 58) 土木 1980 年 10 月号, 59) 土木 1980 年 10 月号, 60) 土木 1980 年 10 月号, 61) 土木 1980 年 10 月号, 62) 土木 1980 年 10 月号, 63) 土木 1980 年 10 月号, 64) 土木 1980 年 10 月号, 65) 土木 1980 年 10 月号, 66) 土木 1980 年 10 月号, 67) 土木 1980 年 10 月号, 68) 土木 1980 年 10 月号, 69) 土木 1980 年 10 月号, 70) 土木 1980 年 10 月号, 71) 土木 1980 年 10 月号, 72) 土木 1980 年 10 月号, 73) 土木 1980 年 10 月号, 74) 土木 1980 年 10 月号, 75) 土木 1980 年 10 月号, 76) 土木 1980 年 10 月号, 77) 土木 1980 年 10 月号, 78) 土木 1980 年 10 月号, 79) 土木 1980 年 10 月号, 80) 土木 1980 年 10 月号, 81) 土木 1980 年 10 月号, 82) 土木 1980 年 10 月号, 83) 土木 1980 年 10 月号, 84) 土木 1980 年 10 月号, 85) 土木 1980 年 10 月号, 86) 土木 1980 年 10 月号, 87) 土木 1980 年 10 月号, 88) 土木 1980 年 10 月号, 89) 土木 1980 年 10 月号, 90) 土木 1980 年 10 月号, 91) 土木 1980 年 10 月号, 92) 土木 1980 年 10 月号, 93) 土木 1980 年 10 月号, 94) 土木 1980 年 10 月号, 95) 土木 1980 年 10 月号, 96) 土木 1980 年 10 月号, 97) 土木 1980 年 10 月号, 98) 土木 1980 年 10 月号, 99) 土木 1980 年 10 月号, 100) 土木 1980 年 10 月号, 101) 土木 1980 年 10 月号, 102) 土木 1980 年 10 月号, 103) 土木 1980 年 10 月号, 104) 土木 1980 年 10 月号, 105) 土木 1980 年 10 月号, 106) 土木 1980 年 10 月号, 107) 土木 1980 年 10 月号, 108) 土木 1980 年 10 月号, 109) 土木 1980 年 10 月号, 110) 土木 1980 年 10 月号, 111) 土木 1980 年 10 月号, 112) 土木 1980 年 10 月号, 113) 土木 1980 年 10 月号, 114) 土木 1980 年 10 月号, 115) 土木 1980 年 10 月号, 116) 土木 1980 年 10 月号, 117) 土木 1980 年 10 月号, 118) 土木 1980 年 10 月号, 119) 土木 1980 年 10 月号, 120) 土木 1980 年 10 月号, 121) 土木 1980 年 10 月号, 122) 土木 1980 年 10 月号, 123) 土木 1980 年 10 月号, 124) 土木 1980 年 10 月号, 125) 土木 1980 年 10 月号, 126) 土木 1980 年 10 月号, 127) 土木 1980 年 10 月号, 128) 土木 1980 年 10 月号, 129) 土木 1980 年 10 月号, 130) 土木 1980 年 10 月号, 131) 土木 1980 年 10 月号, 132) 土木 1980 年 10 月号, 133) 土木 1980 年 10 月号, 134) 土木 1980 年 10 月号, 135) 土木 1980 年 10 月号, 136) 土木 1980 年 10 月号, 137) 土木 1980 年 10 月号, 138) 土木 1980 年 10 月号, 139) 土木 1980 年 10 月号, 140) 土木 1980 年 10 月号, 141) 土木 1980 年 10 月号, 142) 土木 1980 年 10 月号, 143) 土木 1980 年 10 月号, 144) 土木 1980 年 10 月号, 145) 土木 1980 年 10 月号, 146) 土木 1980 年 10 月号, 147) 土木 1980 年 10 月号, 148) 土木 1980 年 10 月号, 149) 土木 1980 年 10 月号, 150) 土木 1980 年 10 月号, 151) 土木 1980 年 10 月号, 152) 土木 1980 年 10 月号, 153) 土木 1980 年 10 月号, 154) 土木 1980 年 10 月号, 155) 土木 1980 年 10 月号, 156) 土木 1980 年 10 月号, 157) 土木 1980 年 10 月号, 158) 土木 1980 年 10 月号, 159) 土木 1980 年 10 月号, 160) 土木 1980 年 10 月号, 161) 土木 1980 年 10 月号, 162) 土木 1980 年 10 月号, 163) 土木 1980 年 10 月号, 164) 土木 1980 年 10 月号, 165) 土木 1980 年 10 月号, 166) 土木 1980 年 10 月号, 167) 土木 1980 年 10 月号, 168) 土木 1980 年 10 月号, 169) 土木 1980 年 10 月号, 170) 土木 1980 年 10 月号, 171) 土木 1980 年 10 月号, 172) 土木 1980 年 10 月号, 173) 土木 1980 年 10 月号, 174) 土木 1980 年 10 月号, 175) 土木 1980 年 10 月号, 176) 土木 1980 年 10 月号, 177) 土木 1980 年 10 月号, 178) 土木 1980 年 10 月号, 179) 土木 1980 年 10 月号, 180) 土木 1980 年 10 月号, 181) 土木 1980 年 10 月号, 182) 土木 1980 年 10 月号, 183) 土木 1980 年 10 月号, 184) 土木 1980 年 10 月号, 185) 土木 1980 年 10 月号, 186) 土木 1980 年 10 月号, 187) 土木 1980 年 10 月号, 188) 土木 1980 年 10 月号, 189) 土木 1980 年 10 月号, 190) 土木 1980 年 10 月号, 191) 土木 1980 年 10 月号, 192) 土木 1980 年 10 月号, 193) 土木 1980 年 10 月号, 194) 土木 1980 年 10 月号, 195) 土木 1980 年 10 月号, 196) 土木 1980 年 10 月号, 197) 土木 1980 年 10 月号, 198) 土木 1980 年 10 月号, 199) 土木 1980 年 10 月号, 200) 土木 1980 年 10 月号, 201) 土木 1980 年 10 月号, 202) 土木 1980 年 10 月号, 203) 土木 1980 年 10 月号, 204) 土木 1980 年 10 月号, 205) 土木 1980 年 10 月号, 206) 土木 1980 年 10 月号, 207) 土木 1980 年 10 月号, 208) 土木 1980 年 10 月号, 209) 土木 1980 年 10 月号, 210) 土木 1980 年 10 月号, 211) 土木 1980 年 10 月号, 212) 土木 1980 年 10 月号, 213) 土木 1980 年 10 月号, 214) 土木 1980 年 10 月号, 215) 土木 1980 年 10 月号, 216) 土木 1980 年 10 月号, 217) 土木 1980 年 10 月号, 218) 土木 1980 年 10 月号, 219) 土木 1980 年 10 月号, 220) 土木 1980 年 10 月号, 221) 土木 1980 年 10 月号, 222) 土木 1980 年 10 月号, 223) 土木 1980 年 10 月号, 224) 土木 1980 年 10 月号, 225) 土木 1980 年 10 月号, 226) 土木 1980 年 10 月号, 227) 土木 1980 年 10 月号, 228) 土木 1980 年 10 月号, 229) 土木 1980 年 10 月号, 230) 土木 1980 年 10 月号, 231) 土木 1980 年 10 月号, 232) 土木 1980 年 10 月号, 233) 土木 1980 年 10 月号, 234) 土木 1980 年 10 月号, 235) 土木 1980 年 10 月号, 236) 土木 1980 年 10 月号, 237) 土木 1980 年 10 月号, 238) 土木 1980 年 10 月号, 239) 土木 1980 年 10 月号, 240) 土木 1980 年 10 月号, 241) 土木 1980 年 10 月号, 242) 土木 1980 年 10 月号, 243) 土木 1980 年 10 月号, 244) 土木 1980 年 10 月号, 245) 土木 1980 年 10 月号, 246) 土木 1980 年 10 月号, 247) 土木 1980 年 10 月号, 248) 土木 1980 年 10 月号, 249) 土木 1980 年 10 月号, 250) 土木 1980 年 10 月号, 251) 土木 1980 年 10 月号, 252) 土木 1980 年 10 月号, 253) 土木 1980 年 10 月号, 254) 土木 1980 年 10 月号, 255) 土木 1980 年 10 月号, 256) 土木 1980 年 10 月号, 257) 土木 1980 年 10 月号, 258) 土木 1980 年 10 月号, 259) 土木 1980 年 10 月号, 260) 土木 1980 年 10 月号, 261) 土木 1980 年 10 月号, 262) 土木 1980 年 10 月号, 263) 土木 1980 年 10 月号, 264) 土木 1980 年 10 月号, 265) 土木 1980 年 10 月号, 266) 土木 1980 年 10 月号, 267) 土木 1980 年 10 月号, 268) 土木 1980 年 10 月号, 269) 土木 1980 年 10 月号, 270) 土木 1980 年 10 月号, 271) 土木 1980 年 10 月号, 272) 土木 1980 年 10 月号, 273) 土木 1980 年 10 月号, 274) 土木 1980 年 10 月号, 275) 土木 1980 年 10 月号, 276) 土木 1980 年 10 月号, 277) 土木 1980 年 10 月号, 278) 土木 1980 年 10 月号, 279) 土木 1980 年 10 月号, 280) 土木 1980 年 10 月号, 281) 土木 1980 年 10 月号, 282) 土木 1980 年 10 月号, 283) 土木 1980 年 10 月号, 284) 土木 1980 年 10 月号, 285) 土木 1980 年 10 月号, 286) 土木 1980 年 10 月号, 287) 土木 1980 年 10 月号, 288) 土木 1980 年 10 月号, 289) 土木 1980 年 10 月号, 290) 土木 1980 年 10 月号, 291) 土木 1980 年 10 月号, 292) 土木 1980 年 10 月号, 293) 土木 1980 年 10 月号, 294) 土木 1980 年 10 月号, 295) 土木 1980 年 10 月号, 296) 土木 1980 年 10 月号, 297) 土木 1980 年 10 月号, 298) 土木 1980 年 10 月号, 299) 土木 1980 年 10 月号, 300) 土木 1980 年 10 月号, 301) 土木 1980 年 10 月号, 302) 土木 1980 年 10 月号, 303) 土木 1980 年 10 月号, 304) 土木 1980 年 10 月号, 305) 土木 1980 年 10 月号, 306) 土木 1980 年 10 月号, 307) 土木 1980 年 10 月号, 308) 土木 1980 年 10 月号, 309) 土木 1980 年 10 月号, 310) 土木 1980 年 10 月号, 311) 土木 1980 年 10 月号, 312) 土木 1980 年 10 月号, 313) 土木 1980 年 10 月号, 314) 土木 1980 年 10 月号, 315) 土木 1980 年 10 月号, 316) 土木 1980 年 10 月号, 317) 土木 1980 年 10 月号, 318) 土木 1980 年 10 月号, 319) 土木 1980 年 10 月号, 320) 土木 1980 年 10 月号, 321) 土木 1980 年 10 月号, 322) 土木 1980 年 10 月号, 323) 土木 1980 年 10 月号, 324) 土木 1980 年 10 月号, 325) 土木 1980 年 10 月号, 326) 土木 1980 年 10 月号, 327) 土木 1980 年 10 月号, 328) 土木 1980 年 10 月号, 329) 土木 1980 年 10 月号, 330) 土木 1980 年 10 月号, 331) 土木 1980 年 10 月号, 332) 土木 1980 年 10 月号, 333) 土木 1980 年 10 月号, 334) 土木 1980 年 10 月号, 335) 土木 1980 年 10 月号, 336) 土木 1980 年 10 月号, 337) 土木 1980 年 10 月号, 338) 土木 1980 年 10 月号, 339) 土木 1980 年 10 月号, 340) 土木 1980 年 10 月号, 341) 土木 1980 年 10 月号, 342) 土木 1980 年 10 月号, 343) 土木 1980 年 10 月号, 344) 土木 1980 年 10 月号, 345) 土木 1980 年 10 月号, 346) 土木 1980 年 10 月号, 347) 土木 1980 年 10 月号, 348) 土木 1980 年 10 月号, 349) 土木 1980 年 10 月号, 350) 土木 1980 年 10 月号, 351) 土木 1980 年 10 月号, 352) 土木 1980 年 10 月号, 353) 土木 1980 年 10 月号, 354) 土木 1980 年 10 月号, 355) 土木 1980 年 10 月号, 356) 土木 1980 年 10 月号, 357) 土木 1980 年 10 月号, 358) 土木 1980 年 10 月号, 359) 土木 1980 年 10 月号, 360) 土木 1980 年 10 月号, 361) 土木 1980 年 10 月号, 362) 土木 1980 年 10 月号, 363) 土木 1980 年 10 月号, 364) 土木 1980 年 10 月号, 365) 土木 1980 年 10 月号, 366) 土木 1980 年 10 月号, 367) 土木 1980 年 10 月号, 368) 土木 1980 年 10 月号, 369) 土木 1980 年 10 月号, 370) 土木 1980 年 10 月号, 371) 土木 1980 年 10 月号, 372) 土木 1980 年 10 月号, 373) 土木 1980 年 10 月号, 374) 土木 1980 年 10 月号, 375) 土木 1980 年 10 月号, 376) 土木 1980 年 10 月号, 377) 土木 1980 年 10 月号, 378) 土木 1980 年 10 月号, 379) 土木 1980 年 10 月号, 380) 土木 1980 年 10 月号, 381) 土木 1980 年 10 月号, 382) 土木 1980 年 10 月号, 383) 土木 1980 年 10 月号, 384) 土木 1980 年 10 月号, 385) 土木 1980 年 10 月号, 386) 土木 1980 年 10 月号, 387) 土木 1980 年 10 月号, 388) 土木 1980 年 10 月号, 389) 土木 1980 年 10 月号, 390) 土木 1980 年 10 月号, 391) 土木 1980 年 10 月号, 392) 土木 1980 年 10 月号, 393) 土木 1980 年 10 月号, 394) 土木 1980 年 10 月号, 395) 土木 1980 年 10 月号, 396) 土木 1980 年 10 月号, 397) 土木 1980 年 10 月号, 398) 土木 1980 年 10 月号, 399) 土木 1980 年 10 月号, 400) 土木 1980 年 10 月号, 401) 土木 1980 年 10 月号, 402) 土木 1980 年 10 月号, 403) 土木 1980 年 10 月号, 404) 土木 1980 年 10 月号, 405) 土木 1980 年 10 月号, 406) 土木 1980 年 10 月号, 407) 土木 1980 年 10 月号, 408) 土木 1980 年 10 月号, 409) 土木 1980 年 10 月号, 410) 土木 1980 年 10 月号, 411) 土木 1980 年 10 月号, 412) 土木 1980 年 10 月号, 413) 土木 1980 年 10 月号, 414) 土木 1980 年 10 月号, 415) 土木 1980 年 10 月号, 416) 土木 1980 年 10 月号, 417) 土木 1980 年 10 月号, 418) 土木 1980 年 10 月号, 419) 土木 1980 年 10 月号, 420) 土木 1980 年 10 月号, 421) 土木 1980 年 10 月号, 422) 土木 1980 年 10 月号, 423) 土木 1980 年 10 月号, 424) 土木 1980 年 10 月号, 425) 土木 1980 年 10 月号, 426) 土木 1980 年 10 月号, 427) 土木 1980 年 10 月号, 428) 土木 1980 年 10 月号, 429) 土木 1980 年 10 月号, 430) 土木 1980 年 10 月号, 431) 土木 1980 年 10 月号, 432) 土木 1980 年 10 月号, 433) 土木 1980 年 10 月号, 434) 土木 1980 年 10 月号, 435) 土木 1980 年 10 月号, 436) 土木 1980 年 10 月号, 437) 土木 1980 年 10 月号, 438) 土木 1980 年 10 月号, 439) 土木 1980 年 10 月号, 440) 土木 1980 年 10 月号, 441) 土木 1980 年 10 月号, 442) 土木 1980 年 10 月号, 443) 土木 1980 年 10 月号, 444) 土木 1980 年 10 月号, 445) 土木 1980 年 10 月号, 446) 土木 1980 年 10 月号, 447) 土木 1980 年 10 月号, 448) 土木 1980 年 10 月号, 449) 土木 1980 年 10 月号, 450) 土木 1980 年 10 月号, 451) 土木 1980 年 10 月号, 452) 土木 1980 年 10 月号, 453) 土木 1980 年 10 月号, 454) 土木 1980 年 10 月号, 455) 土木 1980 年 10 月号, 456) 土木 1980 年 10 月号, 457) 土木 1980 年 10 月号, 458) 土木 1980 年 10 月号, 459) 土木 1980 年 10 月号, 460) 土木 1980 年 10 月号, 461) 土木 1980 年 10 月号, 462) 土木 1980 年 10 月号, 463) 土木 1980 年 10 月号, 464) 土木 1980 年 10 月号, 465) 土木 1980 年 10 月号, 466) 土木 1980 年 10 月号, 467) 土木 1980 年 10 月号, 468) 土木 1980 年 10 月号, 469) 土木 1980 年 10 月号, 470) 土木 1980 年 10 月号, 471) 土木 19