

福井大学工学部 正会員 荒井孝彦
青木建設(株) 井上嘉治
三和測量建設(株) 五十子寛

1. まづがまに先、応力ひずみ関係式を規定し、塑性仕事(消散エネルギー)を最小にするという基準で、飽和粘土三軸圧縮試験における応力変形挙動を表現できることを示した。¹⁾ その際対象としたのは定ひずみ速度試験のみであったが、ここでは応力緩和試験やクリープ試験を加えた時間効果を統一的に表現する方法を検討する。2. 定式化の準備: 先の報告¹⁾ では、非排水条件での正規圧縮粘土の定ひずみ速度試験による応力経路が図-2に示す形になることから、図-2のA点が図-3のA'点に対応すると仮定し、図-2のA点まではダイレイタンシーが発生し、ひずみ速度効果が一定表現できることを示した。この方法は、ダイレイタンシーが全じ始まる応力比 $(q/\sigma'_m)^*$ (q : 注込力差, σ'_m : 平均有効主応力) を規定する必要がある、定ひずみ速度試験にしか適用できなかったなどの欠点をもつ。ここではダイレイタンシーの時間依存性を次式のように差分形で表す。ただし、等方正規圧縮状態のみを考慮する。

$$\Delta v_d^n = (D \frac{q}{\sigma'_m} - v_d^{n-1}) \ln \frac{at}{aT} \dots (1)$$
 ここで Δv_d^n : 時間ステップ at の間に生じるダイレイタンシー体積ひずみ増分, D : ダイレイタンシー係数, v_d^{n-1} : n ステップまでのダイレイタンシー体積ひずみ, T : ダイレイタンシーが100%生じるに要する時間, とする。上式は、図-4に示すように、時間ごとに応力比が変化する場合、新しい応力比で生じるはずの体積ひずみから、前のステップまでに生じた体積ひずみを引いた残りが時間の函数に比例して生じるという単純な仮定に基づく。太田モデル²⁾ に従って、式(1)と圧縮圧力による体積ひずみ増分の和を全体体積ひずみ増分とする。このモデルの特徴は、時間効果に関する新しい物性定数が7つあり、(1)も式(1)に示すように7つの係数で評価されるが、数値で定パラメータであることとを認める。3. 定式化: 体積ひずみの基本式を上述の式で置き換える以外は、基本的に先の定式化¹⁾ と同一である。4. 計算結果: 図-1に示す三軸試験供試体を対象とする。用いた物性定数値を図-7中に示す。定ひずみ速度試験に対する計算結果を実験結果とあわせて図-5〜8に示す。なお、定ひずみ速度試験の場合、本報の方法で図-3の現象を表現できる。図-9〜13は定ひずみ速度で載荷した場合の応力緩和試験に対する計算結果と実験結果を示す。載荷直後の時間ステップ幅を細くしてあげること、載荷直後のダイレイタンシーが急激に飽和領域に達することなどから、主応力差が過大になるなどの現象がある。また、図-13に示すように実験値と比べて主応力差の収束が早いため、 T のとり方にも問題がある。図-14はクリープ試験への適用結果であるが、本報の方法は瞬時載荷を表現しにくいという点で、これは今後の課題である。5. あとがき: 細かく見て問題が浮き出てくるが、式

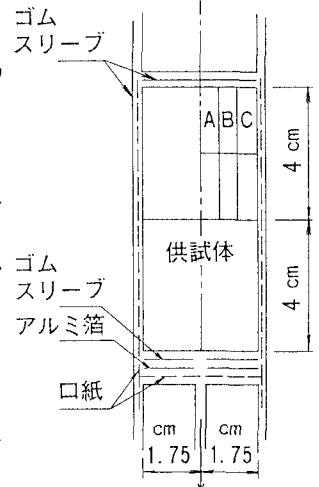


図-1 三軸試験供試体

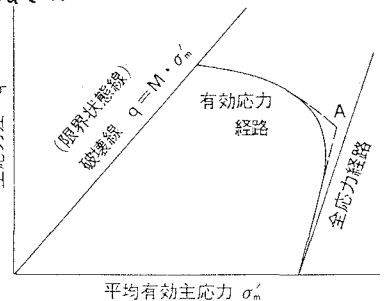


図-2 非排水三軸圧縮試験の応力経路

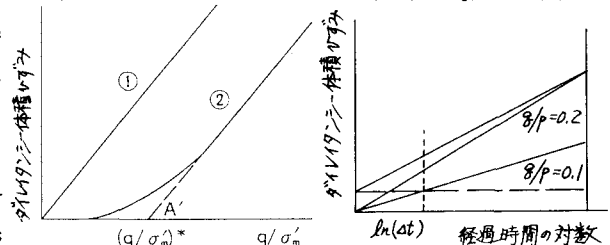


図-3 ダイレイタンシーが生じる応力比

図-4 本報で仮定

図-5 本報で仮定

図-6 本報で仮定

図-7 本報で仮定

図-8 本報で仮定

図-9 本報で仮定

図-10 本報で仮定

図-11 本報で仮定

図-12 本報で仮定

図-13 本報で仮定

図-14 本報で仮定

図-15 本報で仮定

図-16 本報で仮定

図-17 本報で仮定

図-18 本報で仮定

図-19 本報で仮定

図-20 本報で仮定

図-21 本報で仮定

図-22 本報で仮定

図-23 本報で仮定

図-24 本報で仮定

図-25 本報で仮定

図-26 本報で仮定

図-27 本報で仮定

図-28 本報で仮定

図-29 本報で仮定

図-30 本報で仮定

図-31 本報で仮定

図-32 本報で仮定

図-33 本報で仮定

図-34 本報で仮定

図-35 本報で仮定

図-36 本報で仮定

図-37 本報で仮定

図-38 本報で仮定

図-39 本報で仮定

図-40 本報で仮定

図-41 本報で仮定

図-42 本報で仮定

図-43 本報で仮定

図-44 本報で仮定

図-45 本報で仮定

図-46 本報で仮定

図-47 本報で仮定

図-48 本報で仮定

図-49 本報で仮定

図-50 本報で仮定

図-51 本報で仮定

図-52 本報で仮定

図-53 本報で仮定

図-54 本報で仮定

図-55 本報で仮定

図-56 本報で仮定

図-57 本報で仮定

図-58 本報で仮定

図-59 本報で仮定

図-60 本報で仮定

図-61 本報で仮定

図-62 本報で仮定

図-63 本報で仮定

図-64 本報で仮定

図-65 本報で仮定

図-66 本報で仮定

図-67 本報で仮定

図-68 本報で仮定

図-69 本報で仮定

図-70 本報で仮定

図-71 本報で仮定

図-72 本報で仮定

図-73 本報で仮定

図-74 本報で仮定

図-75 本報で仮定

図-76 本報で仮定

図-77 本報で仮定

図-78 本報で仮定

図-79 本報で仮定

図-80 本報で仮定

図-81 本報で仮定

図-82 本報で仮定

図-83 本報で仮定

図-84 本報で仮定

図-85 本報で仮定

図-86 本報で仮定

図-87 本報で仮定

図-88 本報で仮定

図-89 本報で仮定

図-90 本報で仮定

図-91 本報で仮定

図-92 本報で仮定

図-93 本報で仮定

図-94 本報で仮定

図-95 本報で仮定

図-96 本報で仮定

図-97 本報で仮定

図-98 本報で仮定

図-99 本報で仮定

図-100 本報で仮定

図-101 本報で仮定

図-102 本報で仮定

図-103 本報で仮定

図-104 本報で仮定

図-105 本報で仮定

図-106 本報で仮定

図-107 本報で仮定

図-108 本報で仮定

図-109 本報で仮定

図-110 本報で仮定

図-111 本報で仮定

図-112 本報で仮定

図-113 本報で仮定

図-114 本報で仮定

図-115 本報で仮定

図-116 本報で仮定

図-117 本報で仮定

図-118 本報で仮定

図-119 本報で仮定

図-120 本報で仮定

図-121 本報で仮定

図-122 本報で仮定

図-123 本報で仮定

図-124 本報で仮定

図-125 本報で仮定

図-126 本報で仮定

図-127 本報で仮定

図-128 本報で仮定

図-129 本報で仮定

図-130 本報で仮定

図-131 本報で仮定

図-132 本報で仮定

図-133 本報で仮定

図-134 本報で仮定

図-135 本報で仮定

図-136 本報で仮定

図-137 本報で仮定

図-138 本報で仮定

図-139 本報で仮定

図-140 本報で仮定

図-141 本報で仮定

図-142 本報で仮定

図-143 本報で仮定

図-144 本報で仮定

図-145 本報で仮定

図-146 本報で仮定

図-147 本報で仮定

図-148 本報で仮定

図-149 本報で仮定

図-150 本報で仮定

図-151 本報で仮定

図-152 本報で仮定

図-153 本報で仮定

図-154 本報で仮定

図-155 本報で仮定

図-156 本報で仮定

図-157 本報で仮定

図-158 本報で仮定

図-159 本報で仮定

図-160 本報で仮定

図-161 本報で仮定

図-162 本報で仮定

図-163 本報で仮定

図-164 本報で仮定

図-165 本報で仮定

図-166 本報で仮定

図-167 本報で仮定

図-168 本報で仮定

図-169 本報で仮定

図-170 本報で仮定

図-171 本報で仮定

図-172 本報で仮定

図-173 本報で仮定

図-174 本報で仮定

図-175 本報で仮定

図-176 本報で仮定

図-177 本報で仮定

図-178 本報で仮定

図-179 本報で仮定

図-180 本報で仮定

図-181 本報で仮定

図-182 本報で仮定

図-183 本報で仮定

図-184 本報で仮定

図-185 本報で仮定

図-186 本報で仮定

図-187 本報で仮定

図-188 本報で仮定

図-189 本報で仮定

図-190 本報で仮定

図-191 本報で仮定

図-192 本報で仮定

図-193 本報で仮定

図-194 本報で仮定

図-195 本報で仮定

図-196 本報で仮定

図-197 本報で仮定

図-198 本報で仮定

図-199 本報で仮定

図-200 本報で仮定

図-201 本報で仮定

図-202 本報で仮定

図-203 本報で仮定

図-204 本報で仮定

図-205 本報で仮定

図-206 本報で仮定

図-207 本報で仮定

図-208 本報で仮定

図-209 本報で仮定

図-210 本報で仮定

図-211 本報で仮定

図-212 本報で仮定

図-213 本報で仮定

図-214 本報で仮定

図-215 本報で仮定

図-216 本報で仮定

図-217 本報で仮定

図-218 本報で仮定

図-219 本報で仮定

図-220 本報で仮定

図-221 本報で仮定

図-222 本報で仮定

図-223 本報で仮定

図-224 本報で仮定

図-225 本報で仮定

図-226 本報で仮定

図-227 本報で仮定

図-228 本報で仮定

図-229 本報で仮定

図-230 本報で仮定

図-231 本報で仮定

図-232 本報で仮定

図-233 本報で仮定

図-234 本報で仮定

図-235 本報で仮定

図-236 本報で仮定

図-237 本報で仮定

図-238 本報で仮定

図-239 本報で仮定

図-240 本報で仮定

図-241 本報で仮定

図-242 本報で仮定

図-243 本報で仮定

図-244 本報で仮定

図-245 本報で仮定

図-246 本報で仮定

図-247 本報で仮定

図-248 本報で仮定

図-249 本報で仮定

図-250 本報で仮定

図-251 本報で仮定

図-252 本報で仮定

図-253 本報で仮定

図-254 本報で仮定

図-255 本報で仮定

図-256 本報で仮定

図-257 本報で仮定

図-258 本報で仮定

図-259 本報で仮定

図-260 本報で仮定

図-261 本報で仮定

図-262 本報で仮定

図-263 本報で仮定

図-264 本報で仮定

図-265 本報で仮定

図-266 本報で仮定

図-267 本報で仮定

図-268 本報で仮定

図-269 本報で仮定

図-270 本報で仮定

図-271 本報で仮定

図-272 本報で仮定

図-273 本報で仮定

図-274 本報で仮定

図-275 本報で仮定

図-276 本報で仮定

図-277 本報で仮定

図-278 本報で仮定

図-279 本報で仮定

図-280 本報で仮定

図-281 本報で仮定

図-282 本報で仮定

図-283 本報で仮定

図-284 本報で仮定

図-285 本報で仮定

図-286 本報で仮定

図-287 本報で仮定

図-288 本報で仮定

図-289 本報で仮定

図-290 本報で仮定

図-291 本報で仮定

図-292 本報で仮定

図-293 本報で仮定

図-294 本報で仮定

図-295 本報で仮定

図-296 本報で仮定

図-297 本報で仮定

図-298 本報で仮定

図-299 本報で仮定

図-300 本報で仮定

図-301 本報で仮定

図-302 本報で仮定

図-303 本報で仮定

図-304 本報で仮定

図-305 本報で仮定

図-306 本報で仮定

図-307 本報で仮定

図-308 本報で仮定

図-309 本報で仮定

図-310 本報で仮定

図-311 本報で仮定

図-312 本報で仮定

図-313 本報で仮定

図-314 本報で仮定

図-315 本報で仮定

図-316 本報で仮定

図-317 本報で仮定

図-318 本報で仮定

図-319 本報で仮定

図-320 本報で仮定

図-321 本報で仮定

図-322 本報で仮定

図-323 本報で仮定

図-324 本報で仮定

図-325 本報で仮定

図-326 本報で仮定

図-327 本報で仮定

図-328 本報で仮定

図-329 本報で仮定

図-330 本報で仮定

図-331 本報で仮定

図-332 本報で仮定

図-333 本報で仮定

図-334 本報で仮定

図-335 本報で仮定

図-336 本報で仮定

図-337 本報で仮定

図-338 本報で仮定

図-339 本報で仮定

図-340 本報で仮定

図-341 本報で仮定

図-342 本報で仮定

図-343 本報で仮定

図-344 本報で仮定

図-345 本報で仮定

図-346 本報で仮定

図-347 本報で仮定

図-348 本報で仮定

図-349 本報で仮定

図-350 本報で仮定

図-351 本報で仮定

図-352 本報で仮定

図-353 本報で仮定

図-354 本報で仮定

図-355 本報で仮定

図-356 本報で仮定

図-357 本報で仮定

図-358 本報で仮定

図-359 本報で仮定

図-360 本報で仮定

図-361 本報で仮定

図-362 本報で仮定

図-363 本報で仮定

図-364 本報で仮定

図-365 本報で仮定

図-366 本報で仮定

図-367 本報で仮定

図-368 本報で仮定

図-369 本報で仮定

図-370 本報で仮定

図-371 本報で仮定

図-372 本報で仮定

図-373 本報で仮定

図-374 本報で仮定

図-375 本報で仮定

図-376 本報で仮定

図-377 本報で仮定

図-378 本報で仮定

図-379 本報で仮定

図-380 本報で仮定

図-381 本報で仮定

図-382 本報で仮定

図-383 本報で仮定

図-384 本報で仮定

図-385 本報で仮定

図-386 本報で仮定

図-387 本報で仮定

図-388 本報で仮定

図-389 本報で仮定

図-390 本報で仮定

図-391 本報で仮定

図-392 本報で仮定

図-393 本報で仮定

図-394 本報で仮定

図-395 本報で仮定

図-396 本報で仮定

図-397 本報で仮定

図-398 本報で仮定

図-399 本報で仮定

図-400 本報で仮定

図-401 本報で仮定

図-402 本報で仮定

図-403 本報で仮定

図-404 本報で仮定

図-405 本報で仮定

図-406 本報で仮定

図-407 本報で仮定

図-408 本報で仮定

図-409 本報で仮定

図-410 本報で仮定

図-411 本報で仮定

図-412 本報で仮定

図-413 本報で仮定

図-414 本報で仮定

図-415 本報で仮定

図-416 本報で仮定

図-417 本報で仮定

図-418 本報で仮定

図-419 本報で仮定

図-420 本報で仮定

図-421 本報で仮定

図-422 本報で仮定

図-423 本報で仮定

図-424 本報で仮定

図-425 本報で仮定

図-426 本報で仮定

図-427 本報で仮定

図-428 本報で仮定

図-429 本報で仮定

図-430 本報で仮定

図-431 本報で仮定

図-432 本報で仮定

図-433 本報で仮定

図-434 本報で仮定

図-435 本報で仮定

図-436 本報で仮定

図-437 本報で仮定

図-438 本報で仮定

図-439 本報で仮定

図-440 本報で仮定

図-441 本報で仮定

図-442 本報で仮定

図-443 本報で仮定

図-444 本報で仮定

図-445 本報で仮定

図-446 本報で仮定

図-447 本報で仮定

図-448 本報で仮定

図-449 本報で仮定

図-450 本報で仮定

図-451 本報で仮定

図-452 本報で仮定

図-453 本報で仮定

図-454 本報で仮定

図-455 本報で仮定

図-456 本報で仮定

図-457 本報で仮定

図-458 本報で仮定

図-459 本報で仮定

図-460 本報で仮定

図-461 本報で仮定

図-462 本報で仮定

図-463 本報で仮定

図-464 本報で仮定

図-465 本報で仮定

図-466 本報で仮定

図-467 本報で仮定

図-468 本報で仮定

図-469 本報で仮定

図-470 本報で仮定

図-471 本報で仮定

図-472 本報で仮定

図-473 本報で仮定

図-474 本報で仮定

図-475 本報で仮定

図-476 本報で仮定

図-477 本報で仮定

図-478 本報で仮定

図-479 本報で仮定

図-480 本報で仮定

図-481 本報で仮定

図-482 本報で仮定

図-483 本報で仮定

図-484 本報で仮定

図-485 本報で仮定

図-486 本報で仮定

図-487 本報で仮定

図-488 本報で仮定

図-489 本報で仮定

図-490 本報で仮定

図-491 本報で仮定

図-492 本報で仮定

図-493 本報で仮定

図-494 本報で仮定

図-495 本報で仮定

図-496 本報で仮定

図-497 本報で仮定

図-498 本報で仮定

図-499 本報で仮定

図-500 本報で仮定

図-501 本報で仮定

図-502 本報で仮定

図-503 本報で仮定

図-504 本報で仮定

図-505 本報で仮定

図-506 本報で仮定

図-507 本報で仮定

図-508 本報で仮定

図-509 本報で仮定

図-510 本報で仮定

図-511 本報で仮定

図-512 本報で仮定

図-513 本報で仮定

図-514 本報で仮定

図-515 本報で仮定

図-516 本報で仮定

図-517 本報で仮定

図-518 本報で仮定

図-519 本報で仮定

図-520 本報で仮定

図-521 本報で仮定

図-522 本報で仮定

図-523 本報で仮定

図-524 本報で仮定

図-525 本報で仮定

図-526 本報で仮定

図-527 本報で仮定

図-528 本報で仮定

図-529 本報で仮定

図-530 本報で仮定

図-531 本報で仮定

図-532 本報で仮定

図-533 本報で仮定

図-534 本報で仮定

図-535 本報で仮定

図-536 本報で仮定

図-537 本報で仮定

図-538 本報で仮定

図-539 本報で仮定

図-540 本報で仮定

図-541 本報で仮定

図-542 本報で仮定

図-543 本報で仮定

図-544 本報で仮定

図-545 本報で仮定

図-546 本報で仮定

図-547 本報で仮定

図-548 本報で仮定

図-549 本報で仮定

図-550 本報で仮定

図-551 本報で仮定

図-552 本報で仮定

図-553 本報で仮定

図-554 本報で仮定

図-555 本報で仮定

図-556 本報で仮定

図-557 本報で仮定

図-558 本報で仮定

図-559 本報で仮定

図-560 本報で仮定

図-561 本報で仮定

図-562 本報で仮定

図-563 本報で仮定

図-564 本報で仮定

図-565 本報で仮定

図-566 本報で仮定

図-567 本報で仮定

図-568 本報で仮定

図-569 本報で仮定

図-570 本報で仮定

図-571 本報で仮定

図-572 本報で仮定

図-573 本報で仮定

図-574 本報で仮定

図-575 本報で仮定

図-576 本報で仮定

図-577 本報で仮定

図-578 本報で仮定

図-579 本報で仮定

図-580 本報で仮定

図-581 本報で仮定

図-582 本報で仮定

図-583 本報で仮定

図-584 本報で仮定

図-585 本報で仮定

図-586 本報で仮定

図-587 本報で仮定

図-588 本報で仮定

図-589 本報で仮定

図-590 本報で仮定

図-591 本報で仮定

図-592 本報で仮定

図-593 本報で仮定

図-594 本報で仮定

図-595 本報で仮定

図-596 本報で仮定

図-597 本報で仮定

図-598 本報で仮定

図-599 本報で仮定

図-600 本報で仮定

図-601 本報で仮定

図-602 本報で仮定

図-603 本報で仮定

図-604 本報で仮定

図-605 本報で仮定

図-606 本報で仮定

図-607 本報で仮定

図-608 本報で仮定

図-609 本報で仮定

図-610 本報で仮定

図-611 本報で仮定

図-612 本報で仮定

図-613 本報で仮定

図-614 本報で仮定

図-615 本報で仮定

図-616 本報で仮定

図-617 本報で仮定

図-618 本報で仮定

図-619 本報で仮定

図-620 本報で仮定

図-621 本報で仮定

図-622 本報で仮定

図-623 本報で仮定

図-624 本報で仮定

図-625 本報で仮定

図-626 本報で仮定

図-627 本報で仮定

図-628 本報で仮定

図-629 本報で仮定

図-630 本報で仮定

図-631 本報で仮定

図-632 本報で仮定

図-633 本報で仮定

図-634 本報で仮定

図-635 本報で仮定

図-636 本報で仮定

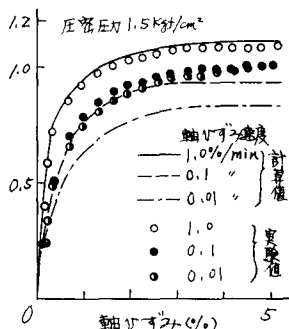


図-5 定Vで速度試験主応力差

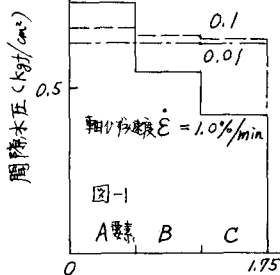


図-6 定Vで速度試験間隙水圧

(1) のより単純に仮定し、飽和粘土層の時間効果がある程度統一的に表現しうな可能性がわきようである。数値解析に京都大学、名古屋大学大型計算機センターを利用した。参考文献: 1) 梶井, 土木学会第37回講演会報告集, p.199~ (1982), 2) 太田, 京都大学学位請求論文 (1971) 3) 柴田他, 土工基礎, 24-8 (1976)

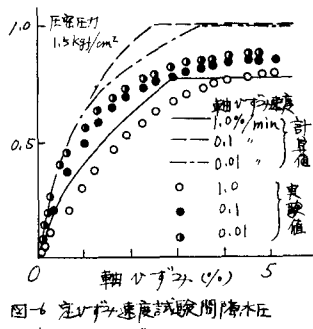


図-7 定Vで速度試験主応力差

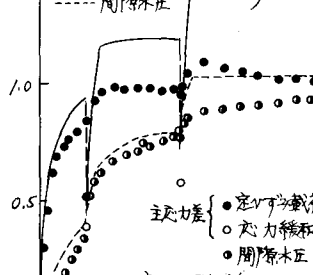


図-8 定Vで速度試験間隙水圧

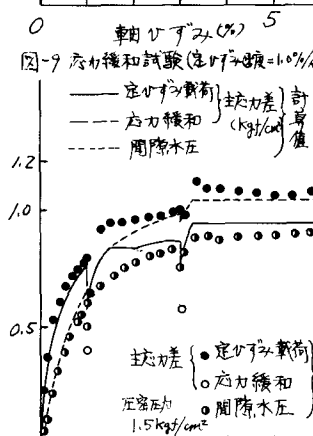


図-9 定Vで速度試験主応力差

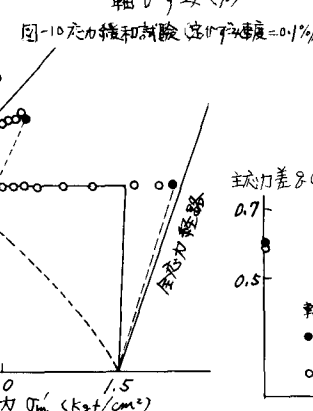


図-10 定Vで速度試験間隙水圧

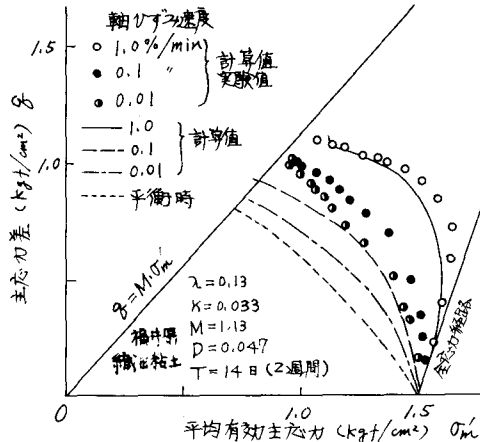


図-11 定Vで速度試験主応力差

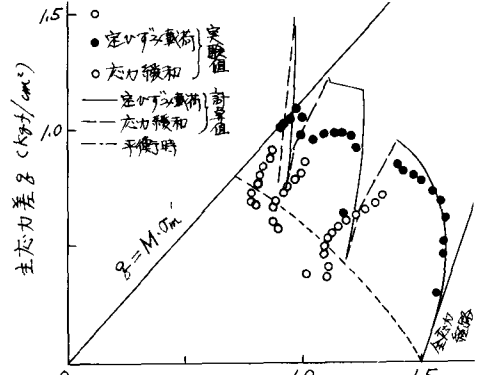


図-12 定Vで速度試験間隙水圧

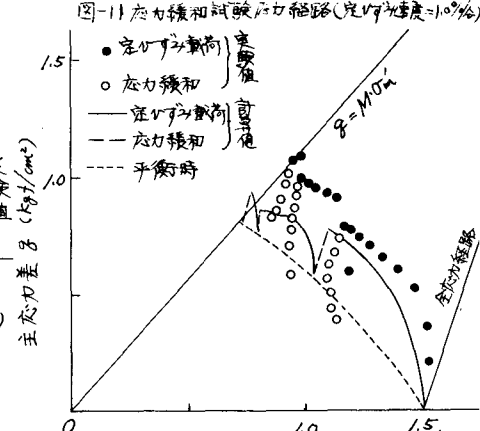


図-13 定Vで速度試験主応力差

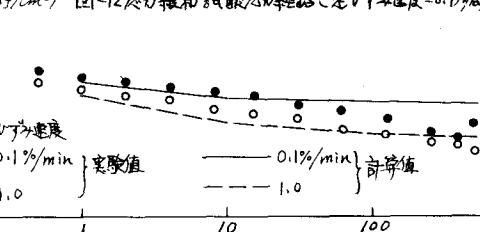


図-14 定Vで速度試験間隙水圧

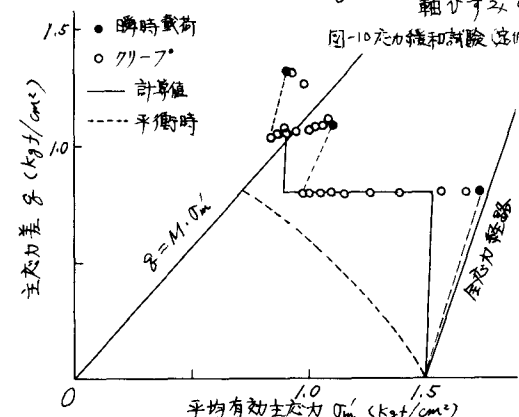


図-15 定Vで速度試験主応力差

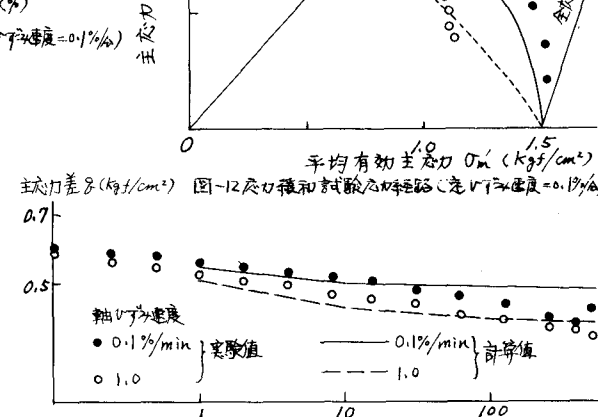


図-16 定Vで速度試験間隙水圧