

主索を使った変形岩大式の集材効果について

坂下・坂下製品事業所 日下部 金 八 ○皆 戸 一 夫
 林 美 穂 三 宅 芳 幸
 各 務 論 村 上 和 義
 事業課生産係 生 路 芳 男
 原 俊 也

要 旨

当署の製品生産事業の内容は、約6,800㎡生産する中で、天然林が約1,400㎡、人工林ヒノキが約5,400㎡で、天然林は30%の択伐、ヒノキ人工林では皆伐が4,010㎡、複層林が660㎡、間伐が730㎡で作業仕組も複雑になっている。

これらの作業を計画的に実行するには、作業仕組、集材架線方式等の入念な検討が必要である。

今回、当事業所において集材架線方法について検討した中で、岩大式キャレジに改造を加え、主索を使った変形岩大方式を実行した結果について取りまとめたものである。

はじめに

労働安全、生産性の向上、収入の確保は製品生産事業の実行に当たっては必須の要件である。

当所では、従来から上記要件の確保に努力してきたところであるが、人工林ヒノキの施業については、間伐あり、複層林あり、また皆伐作業もありと多様な作業仕組になっている。

中でも漸伐や間伐作業に当たって、従来の架線方式では、フォールバックラインによる保残木の損傷が甚だしいため、立木の間を自由に引出せるWエンドレス式とか、帯広式、岩大式等を採用してきた。

今回実行した箇所は、川上国有林21林班で、事業量は資材で780㎡、うち林道支障木が400㎡である。

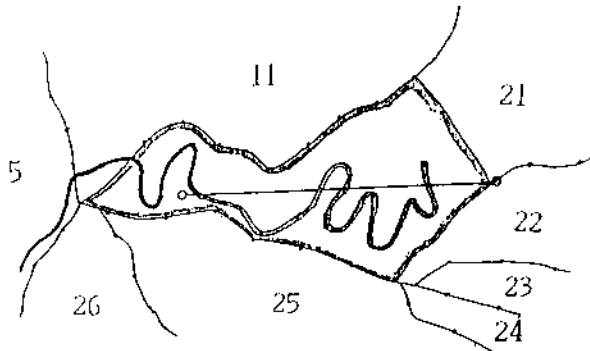


図-1 位置図

この集材に当たって架線方式を検討した結果、前述の架線方式はスパンが長いことと、元柱附近が急峻なため架線作業が複雑となり副作業がかり増しとなることから、岩大式キャレジを改良して、主索を利用した架線方式を考案し実行した。

この作業方法によって、安全を確保し、生産性を大きく向上することができた。

1 実施結果

1. 岩大式について

当該地は、当年度新設林道の終点から約1kmの翌年度開設予定の林道支障木と間伐木を含めて資材780㎡の集材箇所である。当初、岩大式を計画したが、元柱前方に小山があり岩大式では架線が高く上がらない。

(1) スパン約300mが最大距離で長距離集材ができない。

(2) 二段集材を必要とする。

(3) 主索となるエンドレス索の安全率4、垂下比0.04以上とするので架線高が低くなり、中間に凹凸が多い所では索のあおりや、材のショックが大きく、運転が困難である。

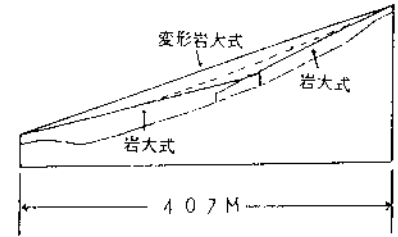


図-2 縦断面

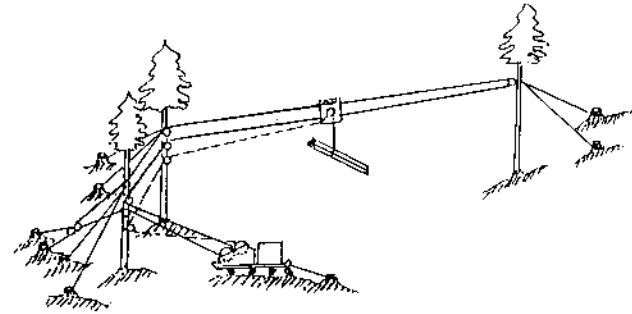


図-3 岩大式架線図

(4) 簡易架線設計計算のため、一荷当たりの荷重が少なく工期が上がらない。

2. Wエンドレス式について

(1) エンドレスラインが複数であり、引廻し緊張索等すべてが複数となるために架設作業、資材等、かかり増しとなる。

(2) 巻上索が10%のため、一荷当たりの荷重が大である。

(3) 巻上索のドラムがキャレジに内蔵されているため乱巻きを起し易く、運転が難しい。

3. 変形岩大式について

岩大式キャレジを次のように改良した。従来から使用している岩大式キャレジの上部にアングルで

表-1 簡易架線設計計算書

官林新	事業所	園有林	林小規	集材番号	作成年月日	計算者氏名	審査年月日	審査者氏名
坂下	坂下	川上	215	28				
1 基本事項	架線方式	ハイロード式 ② シンクスカイライン式 ③ ダブル式 ④ モノケーブル式 ⑤ スタックライン式		架線近くの木の形状 引張側の木の数を 引張側の木の数を 引張側の木の数を 引張側の木の数を 引張側の木の数を				
	架線形式	水平距離 $L = 250m$ 斜角 $\alpha = 20^\circ$		架線距離 $L = \frac{L \times \cos \alpha}{\cos \alpha}$ 286m 架線高さ $H = \frac{L \times \sin \alpha}{\cos \alpha}$ 88m				
2 許容荷重の計算	許容荷重の計算	引張索 6 X F1 (26)		索径 (mm)	切断荷重 (H)	1m当り重量 (W)	スタックライン式 モノケーブル式	
	許容荷重の計算	引張索 6 X F1 (26)		12	7.99	Q553		

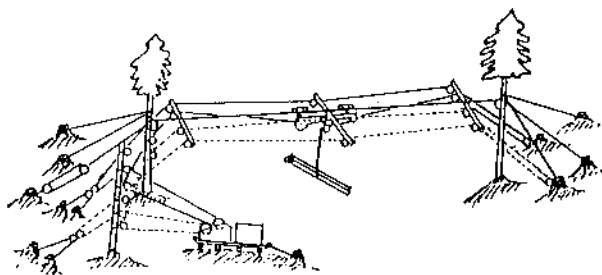


図-4 Wエンドレス式架線図

ステーを作り、ボルトで取付け、その両端にシーブを備えたアームを付け、このシーブを主索に掛け、後は従来どおりにエンドレス索でキャレジの走行、集材をするようにした。

- 1) 主索を使用したため、架線が高くになり運転操作が容易となった。
- 2) 主索を使用するため、長距離集材が可能となった。
- 3) 岩大式と異なり、一荷当たりの荷重が増大し工期が上昇した。
- 4) 架線方式別比較について

表-2 鋼索安全係数計算書

官林新	事業所	園有林	林小規	集材番号	計算者氏名	審査年月日	審査者氏名	
坂下	坂下	川上	215	28				
【基本事項 (索端方式 W エンドレス 式)								
天間		(1) 水平距離	(2) 傾斜角	(3) 斜距離 (H/cosα)	(4) 高差 (h/sinα)	(5) 主要索垂下比		
		$L_0 = 407m$	$\alpha = 18^\circ$	$L = 428m$	$h = 128m$	$S_0 = 0.02$		
鋼索	用途	傾斜距離	索径	161 保証破断力	171 1mあたり重量	181 重量 (N) × 131		
	主索	287	18mm	$B = 2557$	$P = 1.78 kg/m$	$W = 682 kg$		
	荷上索	6 X F1 (26)	10mm	$B_1 = 565$	$P_1 = 0.326 kg/m$	$W_1 = 165 kg$		
	エンドレス索	6 X F1 (26)	10mm	$B_2 = 565$	$P_2 = 0.326 kg/m$	$W_2 = 165 kg$		
荷重	191 荷重質量 P_0	191-1 空機質量 P_C	191-2 作業質量 w	200 機器 (設計) 荷重 P				
	$800 kg +$	$320 kg \times 1.2 = 384 kg$	$330 kg$	$1674 kg$				
作業質量の算出式								
$\left(\begin{array}{l} \text{エンドレスタイプ式 (ワイアーム+レジ)} \quad \omega = \frac{\omega_1}{2} + \frac{\omega_2}{4} \\ \text{エンドレスタイプ式 (引張索付)} \quad \omega = \frac{\omega_1}{2} + \frac{\omega_2}{4} \\ \text{タイプ式} \quad \omega = \frac{\omega_1}{2} + \frac{\omega_2}{4} \\ \text{フェーリングブロック式} \quad \omega = \frac{\omega_1}{4} + \frac{\omega_2}{2} \end{array} \right. \quad \text{エンドレス式} \quad \omega = \frac{\omega_2}{4} \quad \text{スタッキング式} \quad \omega = \frac{\omega_1}{4}$								
(10) 支点位置 $dl = () m$ (11) 支点変位率 $dd = \frac{dl}{L} = ()$								
II 主要安全係数の計算								
13 全荷重	(10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100) (101) (102) (103) (104) (105) (106) (107) (108) (109) (110) (111) (112) (113) (114) (115) (116) (117) (118) (119) (120) (121) (122) (123) (124) (125) (126) (127) (128) (129) (130) (131) (132) (133) (134) (135) (136) (137) (138) (139) (140) (141) (142) (143) (144) (145) (146) (147) (148) (149) (150) (151) (152) (153) (154) (155) (156) (157) (158) (159) (160) (161) (162) (163) (164) (165) (166) (167) (168) (169) (170) (171) (172) (173) (174) (175) (176) (177) (178) (179) (180) (181) (182) (183) (184) (185) (186) (187) (188) (189) (190) (191) (192) (193) (194) (195) (196) (197) (198) (199) (200) (201) (202) (203) (204) (205) (206) (207) (208) (209) (210) (211) (212) (213) (214) (215) (216) (217) (218) (219) (220) (221) (222) (223) (224) (225) (226) (227) (228) (229) (230) (231) (232) (233) (234) (235) (236) (237) (238) (239) (240) (241) (242) (243) (244) (245) (246) (247) (248) (249) (250) (251) (252) (253) (254) (255) (256) (257) (258) (259) (260) (261) (262) (263) (264) (265) (266) (267) (268) (269) (270) (271) (272) (273) (274) (275) (276) (277) (278) (279) (280) (281) (282) (283) (284) (285) (286) (287) (288) (289) (290) (291) (292) (293) (294) (295) (296) (297) (298) (299) (300) (301) (302) (303) (304) (305) (306) (307) (308) (309) (310) (311) (312) (313) (314) (315) (316) (317) (318) (319) (320) (321) (322) (323) (324) (325) (326) (327) (328) (329) (330) (331) (332) (333) (334) (335) (336) (337) (338) (339) (340) (341) (342) (343) (344) (345) (346) (347) (348) (349) (350) (351) (352) (353) (354) (355) (356) (357) (358) (359) (360) (361) (362) (363) (364) (365) (366) (367) (368) (369) (370) (371) (372) (373) (374) (375) (376) (377) (378) (379) (380) (381) (382) (383) (384) (385) (386) (387) (388) (389) (390) (391) (392) (393) (394) (395) (396) (397) (398) (399) (400) (401) (402) (403) (404) (405) (406) (407) (408) (409) (410) (411) (412) (413) (414) (415) (416) (417) (418) (419) (420) (421) (422) (423) (424) (425) (426) (427) (428) (429) (430) (431) (432) (433) (434) (435) (436) (437) (438) (439) (440) (441) (442) (443) (444) (445) (446) (447) (448) (449) (450) (451) (452) (453) (454) (455) (456) (457) (458) (459) (460) (461) (462) (463) (464) (465) (466) (467) (468) (469) (470) (471) (472) (473) (474) (475) (476) (477) (478) (479) (480) (481) (482) (483) (484) (485) (486) (487) (488) (489) (490) (491) (492) (493) (494) (495) (496) (497) (498) (499) (500) (501) (502) (503) (504) (505) (506) (507) (508) (509) (510) (511) (512) (513) (514) (515) (516) (517) (518) (519) (520) (521) (522) (523) (524) (525) (526) (527) (528) (529) (530) (531) (532) (533) (534) (535) (536) (537) (538) (539) (540) (541) (542) (543) (544) (545) (546) (547) (548) (549) (550) (551) (552) (553) (554) (555) (556) (557) (558) (559) (560) (561) (562) (563) (564) (565) (566) (567) (568) (569) (570) (571) (572) (573) (574) (575) (576) (577) (578) (579) (580) (581) (582) (583) (584) (585) (586) (587) (588) (589) (590) (591) (592) (593) (594) (595) (596) (597) (598) (599) (600) (601) (602) (603) (604) (605) (606) (607) (608) (609) (610) (611) (612) (613) (614) (615) (616) (617) (618) (619) (620) (621) (622) (623) (624) (625) (626) (627) (628) (629) (630) (631) (632) (633) (634) (635) (636) (637) (638) (639) (640) (641) (642) (643) (644) (645) (646) (647) (648) (649) (650) (651) (652) (653) (654) (655) (656) (657) (658) (659) (660) (661) (662) (663) (664) (665) (666) (667) (668) (669) (670) (671) (672) (673) (674) (675) (676) (677) (678) (679) (680) (681) (682) (683) (684) (685) (686) (687) (688) (689) (690) (691) (692) (693) (694) (695) (696) (697) (698) (699) (700) (701) (702) (703) (704) (705) (706) (707) (708) (709) (710) (711) (712) (713) (714) (715) (716) (717) (718) (719) (720) (721) (722) (723) (724) (725) (726) (727) (728) (729) (730) (731) (732) (733) (734) (735) (736) (737) (738) (739) (740) (741) (742) (743) (744) (745) (746) (747) (748) (749) (750) (751) (752) (753) (754) (755) (756) (757) (758) (759) (760) (761) (762) (763) (764) (765) (766) (767) (768) (769) (770) (771) (772) (773) (774) (775) (776) (777) (778) (779) (780) (781) (782) (783) (784) (785) (786) (787) (788) (789) (790) (791) (792) (793) (794) (795) (796) (797) (798) (799) (800) (801) (802) (803) (804) (805) (806) (807) (808) (809) (810) (811) (812) (813) (814) (815) (816) (817) (818) (819) (820) (821) (822) (823) (824) (825) (826) (827) (828) (829) (830) (831) (832) (833) (834) (835) (836) (837) (838) (839) (840) (841) (842) (843) (844) (845) (846) (847) (848) (849) (850) (851) (852) (853) (854) (855) (856) (857) (858) (859) (860) (861) (862) (863) (864) (865) (866) (867) (868) (869) (870) (871) (872) (873) (874) (875) (876) (877) (878) (879) (880) (881) (882) (883) (884) (885) (886) (887) (888) (889) (890) (891) (892) (893) (894) (895) (896) (897) (898) (899) (900) (901) (902) (903) (904) (905) (906) (907) (908) (909) (910) (911) (912) (913) (914) (915) (916) (917) (918) (919) (920) (921) (922) (923) (924) (925) (926) (927) (928) (929) (930) (931) (932) (933) (934) (935) (936) (937) (938) (939) (940) (941) (942) (943) (944) (945) (946) (947) (948) (949) (950) (951) (952) (953) (954) (955) (956) (957) (958) (959) (960) (961) (962) (963) (964) (965) (966) (967) (968) (969) (970) (971) (972) (973) (974) (975) (976) (977) (978) (979) (980) (981) (982) (983) (984) (985) (986) (987) (988) (989) (990) (991) (992) (993) (994) (995) (996) (997) (998) (999) (1000)							

備考1. 「表」は機械集材装置設計製作の手引の取扱表をいう。

表-3 鋼索安全係数計算書

国 有 林 野 山 小 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班	林 業 課 第 一 班
坂 下	坂 下	川 上	2/	2/					

1 基本事項 (索道方式 変形岩大式)

11 水平距離	12 傾斜角	13 斜距離 (Ax/cosα)	14 高差 (Ax/tanα)	15 主要索垂下比
Lo = 407 m	α = 18°	l = 428 m	h = 132 m	So = 0.03

用途	構成種類	索径	16 保証破断力	17 1mあたり重量	18 質量 (17)×(3)
主索	6X7	φ = 26.7	B = 26.7	P = 1.26 kg/m	W = 522 kg
上索	8X11 (25)	φ = 35.5	B ₁ = 35.5	P ₁ = 0.247 kg/m	W ₁ = 106 kg
エンドレス索	8X11 (25)	φ = 35.5	B ₂ = 35.5	P ₂ = 0.555 kg/m	W ₂ = 238 kg
引索			B ₃ =	P ₃ = kg/m	W ₃ = kg

19 荷重 Po	19-1 空荷重 P _c	19-2 作業索重量 W	20 機器 (設計) 荷重 P
580 kg	125 kg	224 kg	1110 kg

作業索重量の算出式

$$\begin{aligned} \text{エンドレスタイラー式 (サイドアーム+レジ)} & \quad w = \frac{w_1}{2} + w_2 + \frac{w_3}{4} \\ \text{エンドレスタイラー式 (引索索付)} & \quad w = \frac{w_1}{2} + \frac{w_2}{2} + \frac{w_3}{4} \\ \text{タイラー式} & \quad w = \frac{w_1}{2} + \frac{w_2}{4} \quad \text{エンドレスタイラー式} \quad w = \frac{w_1}{2} + \frac{w_2}{2} \\ \text{フーリングブロック式} & \quad w = \frac{w_1}{4} + \frac{w_2}{4} \quad \text{エンドレス式} \quad w = \frac{w_1}{2} \quad \text{スタンピング式} \quad w = \frac{w_1}{4} \end{aligned}$$

19 支点位置 $d = ()$ m 20 支点位置 $dd = \frac{L}{2} = ()$

II 主要安全係数の計算

21 全荷重	21-1 (W+P)	1892 kg
22 荷重比	$\frac{W}{W+P}$	1.91
23 垂下比当量係数	Z ₁ (In) 表2	0.872

24 補正係数の計算	補正係数をしないときは 1	
25 補正垂下比	S ₁ $\frac{So \times Z_1}{S}$ (0.03)	0.046
26 当量垂下比	S ₂ $\frac{Z_1 \times S}{S_1}$ (0.03)	0.028
27 最大張力係数	φ ₁ (α, S ₁) 表8	0.477
28 最大張力	T ₁ (W+P) × φ ₁ (1.876)	428 kg
29 安全係数	N $\frac{B}{T_1}$ (2.7)	≥ 2.7

30 補正係数の計算		
31 最大張力係数	φ ₂ (α, S ₂) 表8	0.58
32 最大張力	To $\frac{W \times \phi_2}{S_2}$ (2.84)	284 kg
33 当量垂下比	S ₃ $\frac{Z_1 \times S_2}{S_1}$ (0.02)	0.02
34 最大張力係数	φ ₃ (α, S ₃) 表8	0.67
35 最大張力	T ₂ (W+P) × φ ₃ (1.12)	112 kg
36 係力差	Td $T_1 - T_2$ (0.3)	0.3 kg
37 1.1当り弾性伸長率	λ (索送 表6)	0.000861/m
38 弾性伸長率	de $\lambda \times Td$ (0.005)	0.005
39 弾性伸長に対するもの	re $\frac{de}{S_1}$ (1.4)	1.4
40 支点位置に対するもの	rd $\frac{de}{S_1}$ (1.4)	1.4
41 総合	r $re \times rd$ (1.9)	1.9

III 作業索安全係数の計算

42 上索又は引索索		
43 最大巻上補程	h' (25)	25 m
44 ローリングブロック荷重	P ₁ (本機、ローリングブロック重量、質量の合計)	680 kg
45 ローリングブロックにかかる索の重量	no	/
46 最大張力	T ₁ $\frac{P_1}{N_1} + P_1 \times h'$ (1.876)	428 kg
47 安全係数	N $\frac{B_1}{T_1}$ (2.7)	≥ 2.7

48 引索又はエンドレス索		
49 荷重けん引力 TP	TP $P_N (\sin \alpha) \times 1.4$ (690)	690 kg
50 エンドレス索基礎張力 T ₀ ' (エンドレスタイラー式以外は不要)		
51 基礎垂下比	S ₁ ' $\frac{TP}{S_1} (1.2 \sim 1.3)$ (0.03)	0.03
52 最大張力係数	φ ₁ ' (α, S ₁ ') 表8	0.47
53 基礎張力	To' $W_2 \times \phi_1'$ (295)	295 kg

54 最大張力		
55 タイラー式 (エンドレスタイラー式引索)	T ₁ ' $TP \times 1.4$ (966)	966 kg
56 エンドレスタイラー式 (エンドレス索)	T ₂ ' $TP + T_0'$ (1251)	1251 kg
57 フーリングブロック式	T ₃ ' $TP + T_0'$ (1251)	1251 kg
58 安全係数	N $\frac{B_2}{T_2'}$ (2.8)	≥ 2.8
59 エンドレス式のエンドレス索では	$\frac{B_2}{T_2'}$ (2.8)	≥ 2.8
60 エンドレスタイラー式のエンドレス索	$\frac{B_2}{T_2'}$ (2.8)	≥ 2.8

備考1. 「表」とは機械集材装置設計製作の手引の数値表をいう。

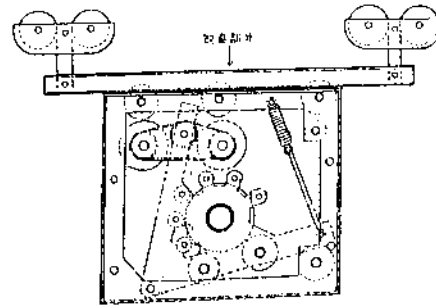


図-5 改良型岩大式キャレシ

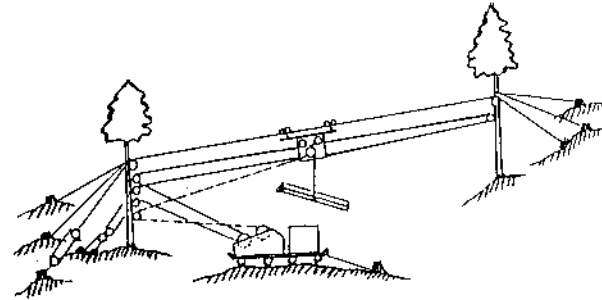


図-6 改良型岩大式架線図

表-4 架線方式別比較表

項目	岩大式	Wエンドレス式	変形岩大式
スパン	428 m	428 m	428 m
主索径	無	18 mm	18 mm
垂下比	0.04	0.03	0.03
安全率		3.2	4.1
エンドレス索径	12 mm	10 mm	12 mm
安全率	4.0	4.6	6.0
二段中継	必要	不要	不要
集材架設人工数	(本機含む) 49人	37人	28人
撤収人工数	(本機含む) 20人	16人	11人
一荷の荷重	249 kg	800 kg	580 kg
1日工程	10 m ²	13 m ²	13 m ²
エンドレス索耐用材積	約 500 m ²	約 800 m ²	約 800 m ²
運転操作難易度	難	やや難	易

II 実行結果

1. 主索を使用したため、架線が高くなり引出し作業が容易になった。
2. 材のあおりによるショックが少なくなったため、集材機の運転が容易になった。
3. エンドレス索が一本であるため、Wエンドレス式に比べて架設、撤収が容易になった。
4. エンドレス索の緊張度が小さいため、索の摩耗が少なくなった。
5. 主索を使った架線設計のため、一荷当たりの荷重が増大し、工期が上昇した。

III 考察

今後、非皆伐施業が増加する傾向にあるが、ランニングスカイライン式エンドレスフック型は最も有利な架線方式と思われる。生産性、安全性、更新等を考慮し、現地に即応した方法を採用していきたい。

おわりに

作業地ごとに環境変化の多い立地条件の中で、画一的な作業仕組を組立てると無理を生ずることになるため、日常の創意工夫によって常に作業の安全化、労働生産性の向上に取組み、林業技術の向上に努めてきたところである。今回、新しい集材方式の開発を試ろみ、ほぼその目的を達成することができた。

今後も、より安全で、能率的な技術開発に取り組んでいきたい。