

九州産業大学

建築都市工学部研究報告

第3号

2020

九州産業大学建築都市工学部

九州産業大学

建築都市工学部研究報告

第3号

2020

目 次

建築学科

[論文]

大分市の戦災復興に関する調査研究 その2

-----日高 圭一郎 1

都市デザイン工学科

[論文]

珪藻土系改良材を用いた堆積土砂の改良および盛土築造に関する実証実験

-----林泰弘，犬丸恭兵，藤龍一，笠羽豊大，松尾雄治 7

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING
KYUSHU SANGYO UNIVERSITY

No.3

2020

Contents

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE

A Study on the Post-war Reconstruction of Oita city

----- Keiichiro HITAKA 1

DEPARTMENT OF CIVIL AND URBAN DESIGN ENGINEERING

Field Test on Improvement of Sedimentary Soil Using Diatomaceous-Based Material and
Construction of Embankment Using the Treated Soil

----Yasuhiro HAYASHI, Kyohei INUMARU, Ryuichi TOU, Toyohiro KASABA, Yuji MATSUO 7

【論文】

大分市の戦災復興に関する調査研究 その2

-大分市の戦災復興の全体像について-

A STUDY ON THE POST-WAR RECONSTRUCTION OF OITA CITY

日高 圭一郎*¹
Keiichiro HITAKA

Abstract : The historical materials regarding the post-war reconstruction of Oita city are collected in this paper. For the deeper understanding of the post-war reconstruction of Oita city, comparison analysis of the city planning of Oita city between pre-war and post-war is needed. At the same time, the remaining topics to be investigated about are as follows; (1) the parks built on the post-war reconstruction; (2) the housing reconstruction in Oita city after the war; and (3) the planners involved in the post-war reconstruction of Oita city.

Keywords : *post-war reconstruction, city planning, Oita city*
戦災復興, 都市計画, 大分市

1. はじめに

我が国の県庁所在地等の中核都市の多くは、太平洋戦争時に都市空襲を受け、戦災復興によって、その基盤を形成している。都市ごとの戦災復興の内容等については、建設省編纂の「戦災復興誌・都市編」にまとめられているが、その内容は行政事務上の概況記録にとどまっている。

115 の戦災復興都市のうち、約 20 都市は独自の戦災復興誌を編纂し、詳細な記録を残しているのに対し、独自の戦災復興誌がない都市は戦災復興に関する体系化された情報は存在しておらず、学術研究の対象にもされにくい。

そのような都市の戦災復興を含めた都市形成過程を明らかにすることは、今後の中核都市づくりと、その都市における郷土まちづくり教育において重要な取組と考えられる。

本研究では、独自の戦災復興誌がなく、戦災復興に関する情報が体系的に整理されていない大分市を対象とする。近年、大分市の都心部は大規模な再整備が行われ、戦災復興において形成された都市空間は大きく変貌し、戦災復興に関わる物理的、景観視覚的な情報が失われつつある。

そこで、本研究では散在している大分市の戦災復興に関する文献情報等を収集整理し、都市を深く理解し、郷土愛をはぐくむための基盤史料の形成を目的としている。

本稿では、これまでに収集整理できた文献情報等に基づき、大分市の戦災復興の全体像を示し、今後の研究上の課題を示している。

2. 戦災復興に関する取組等

2.1 戦災復興都市計画¹⁾

文献 1)によれば、大分市の戦災復興都市計画は、(1)～(9)の計画等から構成されている。各計画等の概略を以下に示す。

(1)土地利用計画

昭和 7 年に指定された用途地域を、昭和 24 年、昭和 26 年に変更し、新たに用途地域指定が行われている。

用途地域は、住居地域、商業地域、準工業地域、工業地域、工業地区、住居専用地区、工業専用地区の 6 種類となっている。

今後は、戦前の計画との比較により、どのような見直しが行われていたかを調査し、戦災復興における土地利用計画の考え方を明らかにすることが必要と考えている。

(2)街路計画

街路計画についても同様に、昭和 6 年に決定されたものを見直し、復興にあたり新たに街路網²⁾が計画されている(図 1 参照)。計画された街路は、街路構造令でいう大路(I 等級 1 類)が 2 路線(幅員 36m/大分駅新川線・県庁前線)、大路(I 等級 2 類)が 1 路線(幅員 30m/茵菖滝尾橋線)、

*1 建築都市工学部建築学科

大路(I等級3類)が9路線(幅員22~27m)、大路(II等1級)が5路線(幅員20m)、大路(II等2級)が6路線(幅員15m)、大路(II等3級)が3路線(幅員11m)、小路(I等)が7路線(幅員8m)となっている。

大路(II等1級)の大分鶴崎線は大分川にかかる新舞鶴橋³⁾(1954年10月完工)を含み、市東部への都市軸に、同様に大路(II等1級)の大道明礮線は大道隧道⁴⁾(1955年3月開通)を含み、市南部への都市軸に位置づけられ、戦後の市街地の拡張に大きく寄与した街路である。

また、大路(II等2級)の県庁前王子町線は、その一部は「遊歩公園」(図2参照)という名称で中央分離帯が公園化されている。公園化にあたっては、岸田日出刀、森田茂介に依頼して設計された案に基づいているとされる⁵⁾。仙台市の定禅寺通りと同様の断面を持つ並木道であり、戦災復興事業の遺産的な街路⁶⁾とされる。

街路計画についても土地利用計画と同様に、戦前の計画との比較により、どのような見直しが行われていたかを調査し、戦災復興における街路計画の考え方を明らかにすることが必要と考えている。

(3) 公園緑地計画

公園緑地計画では、1957年度までに21の公園が計画決定されている。復興土地区画整理区域内に整備された「ジャングル公園」、「若草公園」、「若竹公園」は、文献5)で紹介され、戦災復興で整備された代表的な公園となっている。特に、「ジャングル公園」は、当時の大分市長である上田保(以下、上田という。)の発案により、子供の遊び場に加え樹木標本園が整備されており、非常にユニークな公園である^{7),8)}。

この公園整備については、前述の遊歩公園、後述の墓地公園とあわせ、大分市の戦災復興を特徴づける取組であり、その全体像を体系的に整理する必要があると考えている。

(4) 墓地計画

復興土地区画整理区域内に存在した6寺院の移転等に伴い、その墓地を市内の上野丘陵地に移転集約して、「墓地公園」として整備を行っている。地区内の墓所2600基を一家一墓の壘代墓978基にまとめて、改装をしており、当時、墓地の新たなあり方を示唆している評価されたとされる。

(5) 排水計画

排水計画では、市街中心部は平坦で標高も低いいため、南方丘陵地帯の雨水は灌漑用の水路を経て市街中心部に流入していたため、復興にあたっては日豊本線以南の雨水を市街中心部より遮断することとし、東方に金池排水路を築造する等の整備を行っている。

(6) 上下水道計画

上下水道計画では、復興区画整理区域を給水区域及び排水区域とし、配水管延長は33,528m、下水道延長は25,000mの整備を行っている。



図1 計画街路図 縮尺100,000分の1

出典：建設省計画局区画整理課編「計画図集、-戦災復興事業における-」, p.20.



図2 遊歩公園全景

出典：大分市(1953)「復興大分市 新施設紹介」, p.9.

(7) 復興土地区画整理

復興土地区画整理は、戦災復興都市計画の中核であり、焼失面積409,000坪のうち308,000坪を土地区画整理区域としている。この区域は、大分駅前広場等の交通中心地区、県庁、市役所、郵便局その他官公庁の公館地区、竹町等の市の最繁華街、銀行等の経済的中心を含み、大分市の都心部であった。区域の中央部で、幅員36mの大分駅新川線と県庁前線の2本の幹線を交差させ、区域を4地区に大別し、墓地を地区外に移転し、大分駅を起点とした大分駅新川線を中心に、道路、小公園、駅前広場等の整備を行っている。施行期間は1946年度から1973年度であり、1964年に換地処分を終えている⁹⁾。

文献10)では、大分駅新川線と県庁前線の交差点の四隅に配された方形の広場が駅前広場と対をなすように設けられている点と、竹町通りの両側のエントランス部に各1ブロック分、幅員の広い街路を取り付け、広場的空間を設



図3 大分復興土地区画整理設計図

出典：建設省編（1958）「戦災復興誌 第六巻」, p. 614.

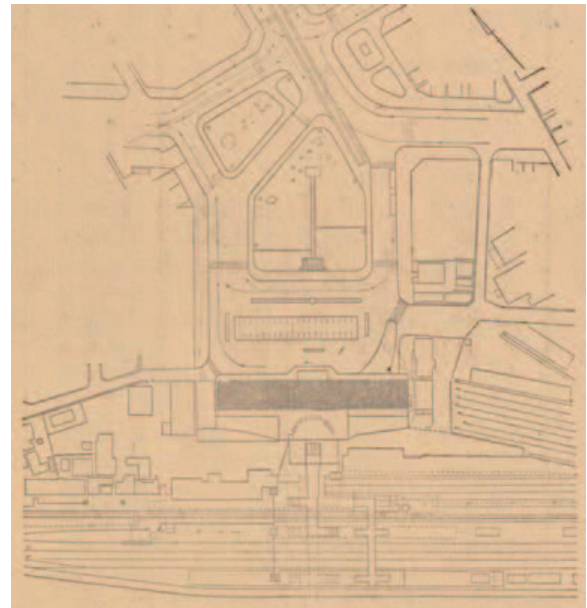


図4 大分駅舎配置図(駅前広場を含む)

出典：彰国社(1959)「建築文化 No. 149」, p. 32.

けている点が、この復興土地区画整理の特徴としている。

(8) 駅前広場計画

駅前広場は、菡萏滝尾橋線の広場として計画され、大分駅舎の新築¹¹⁾に伴い広場利用計画が検討されている。この検討においては、電車軌道移設問題が発生している。大分交通の電車軌道の移設については、従来は旧駅舎の手前まで軌道が敷設されていたことから、新たな駅前広場の整備後も、大分交通は新駅舎の前までの敷設を主張した。それに対し、市は輻輳する車両交通と歩行者の安全のため、軌道は駅前広場に引き込まず、東側の袋小路に引き込む案を提示していたため、昭和25年から約8年間に渡り、大分市と大分交通間で紛争が続いた。新駅舎の竣工を目前として、県知事斡旋の折衷案により、最終的には図4に示す計画に決定している^{12), 13)}。

(9) 建築行為等の制限

建築行為の申請は、市を経由しなければ知事は受理しないように、市から県に要請を行い、さらに計画街路敷地等については協議の上、建築をしないように制限を行った。土地区画整理区域内では、換地に支障がないように位置を指定して協力を求めている。換地に支障が生ずる場合は無償撤去の承諾書の提出を求めた。この建築行為等の制限を強力に実施したことにより、事業促進が図られた。

2.2 住宅復興¹⁾

大分市の住宅復興については、戦災復興都市計画のように体系的にまとめられた史料が存在していない。わずかながら存在する史料から、その概略を示す。

文献1)には、「戦災地応急対策」の一部としての「住宅対策」について、以下のように示されている。

3. 住宅対策

本市は罹災戸数3,366戸を瞬時に喪失し、加うるに強制疎開建物1,564戸の多数を算し、罹災者、疎開者を多量に生じた。然してこれらの内住宅建設希望者に資材労力を斡旋し、復興建築の促進を図るため復興住宅組合を設立し、建設業者の協力を得て昭和20年10月工事を開始すると共に住宅営団に協力して応急住宅の急速建設を図った。なお復興住宅組合で処理した戸数は148戸であった。

他方絶えず一般自家建築を奨励し統制資材、就中木材の円滑な供給を図るため昭和23年度、大南町、その他の国有林の払い下げを受け、市直営の製材所を運営した結果、復興建築も急速に進み3年間に8,100石、355戸分を生産し、新築243戸、修理53戸、その他の建築59戸を建造することができ復興に貢献した。

また、文献5)では、以下のように住宅復興の一部として供給された市営住宅の戸数が示されている。

市営住宅

第一種公営住宅：城崎住宅 五十六戸、大津住宅 五十戸、今津留南住宅 四十戸、城崎アパート 二十四戸、長水住宅 十戸、今津留東住宅 二十戸

第二種公営住宅：引揚者住宅 六十戸、長水住宅 八■戸、舞鶴住宅 二十七戸、中共帰国者住宅 七■戸、災害住宅 二十戸

住宅提供

豊山寮 八十二、津留住宅 十五

■：印刷不鮮明のため読み取れない箇所を表す。

住宅復興において特徴的な取組としては、市営製材所を設置し、国有林の払い下げを受けるなど、住宅復興用の木材供給の円滑化を図ったことである。

この国有林の払い下げは、当時の大分市長の上田の選挙公約であり、当選後、その公約は遂行され、上田の代表的な功績として位置づけられている。しかしながら、その詳細を記した記録等はなく、また、設置されたという復興住宅組合についても、詳細を記した記録等はなく、同様に調査、発掘が必要と考えている。

2.3 公共施設整備等

次に、文献5)で紹介されている主な公共施設(以下、『復興大分市の新施設』という。)は、以下のとおりである。

(1) 教育施設

教育施設では、文部省指定のモデルスクールとして建築された「上野ヶ丘中学校/1952年10月完成」と、講堂と体育館を兼ね備え、公民館運動にも使用できるとした「中島小学校講堂・体育館/1952年3月完成」が、『復興大分市の新施設』として紹介されている。

(2) 体育施設

体育施設では、「大分県立荷揚町体育館/1954年3月完成」、「大分市営プール/1952年3月完成」、「大分市営陸上競技場/1950年2月完成」が、『復興大分市の新施設』として紹介されている。

(3) 社会福祉施設

社会福祉施設では、浮浪児厚生施設「上野寮/1946年開設」児童福祉施設「わかば園/1947年開設」、養老施設「清心園/1950年開設」、保育所として「上野保育所/1952年開設」等が、『復興大分市の新施設』として紹介されている。

(4) 衛生施設

衛生施設では、「東部火葬場/1952年完成」(図5参照)が、『復興大分市の新施設』として紹介されている。本施設は、文献14)にも掲載され、設計は大分市役所建築課、担当は九鬼稔彦、施工は株式会社松尾組と記されている。

2.4 戦略的プロジェクト

ここでは、大分市の戦災復興における戦略的プロジェクトについて、関連文献から、その概要を示す。

(1) 大分港臨港線/1950年4月完成

「大分港臨港線」は、国鉄大分駅と大分港を結ぶ路線であり、文献5)で『復興大分市の新施設』として紹介されている。「大分港臨港線」敷設は上田の選挙公約であり、当選後、その公約は遂行され、上田の代表的な功績として位置づけられている。この臨港線の構想は戦前から存在し、その実現の過程において、上田が大きく貢献している¹⁵⁾。

(2) 高崎山自然動物公園/1953年3月開園

「高崎山自然動物公園」の整備は、文献5)での『復興大分市の新施設』としての紹介をはじめ、大分市関連史料に



図5 大分市東部火葬場

出典：新建築社(1953)「新建築 VOL. 28」, p. 36.

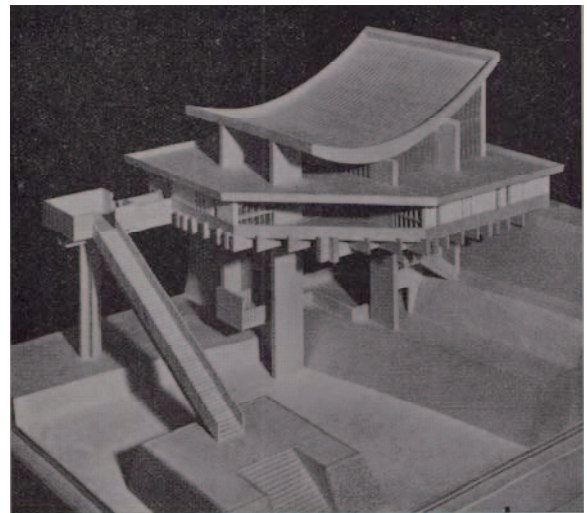


図6 高崎山 万寿寺別院計画案 模型

出典：新建築社(1960)「新建築 VOL. 35」, p. 52.

て、詳細な記録が残されている¹⁶⁾。この大分市関連史料では取り扱われていないが、建築学の観点から興味深い事項として、磯崎新による「高崎山 万寿寺別院計画案」(図6参照)がある。これは、「高崎山自然動物公園」内にある万寿寺別院の改築計画案^{17),18)}を、上田が、当時東大大学院生の磯崎新に依頼し、提案されたものである¹⁹⁾。

(3) 旧大分空港/1957年3月

「旧大分空港」は、1938年に開設された旧大分海軍航空隊基地の跡地に整備されている。1956年に米軍駐留軍から返還され、運輸省が空港整備に着手している。1957年に国内線第二種空港として供用が開始されている²⁰⁾。供用開始当時は、「大分～大阪」、「大分～福岡」、「大分～岩国」等が主な航路線となっている²¹⁾。

2.5 戦災復興関連行事等

ここでは、戦災復興関連行事を示す。

(1) 復興大分絵画展/1947年1月開催²²⁾

1947年には、大分市教育会主催で「復興大分絵画展」が、1月28日から2月3日まで、トキハ百貨店で開催されている。県在住画家の記録画二十余点をはじめ国民学校職員の復興創造図も芸術の香り高いものばかりで見ごた

えする展覧会と、当時の大分合同新聞は伝えている。また、国民学校学童作品は復興ポスター二百四十余点、同標語約三百点の応募があり、入選作品等が展示されている。

(2) 大分市復興祭/1948年10月開催⁷⁾

大分市復興祭は、戦災復興事業が軌道に乗り、市民総参加の復興祭でさらに景気づけようと、上田が企画したものであり、「大分音頭」の唄と踊り等も制作されている。九日間にわたって、農機具・木製品即売会や市民仮装大会、福田平八郎等の美術展が開催されている。市民仮装大会では上田はアイヌの酋長に仮装するなど、市長自らが祭りを盛り上げている。

(3) 全国公園緑地会議/1953年4月開催^{23), 24)}

明治6年の太政官布告(公園制度の制定)以来80周年を記念した「全国公園緑地会議」が、大分市において開催された。当時の市報によれば、市民の他の諸都市と比べ公園緑地に対する理解が深く、さらに、市の公園緑地計画が適切であると建設省が評価したことにより、大分市における開催に至ったとされる。上田による積極的な公園行政の成果の一つと考えられる。

本会議では、市内の戦災復興により整備された公園の視察が行われ、復興の成果を対外的に示す絶好の機会となっている。また、「世界公園写真展」等が関連行事として開催され、市民に対する普及啓発の機会が併せて提供されている。

(4) 天皇御巡幸/1958年4月²⁵⁾

1958年4月8日の第9回全国植樹祭にあたり、昭和天皇が来県している。来県は1949年以来で、当時、復興は緒についたばかりであり、関連する視察等は行われなかった。この1958年の御巡幸では、復興した都心部の荷揚町小学校が奉迎場となり、高崎山自然動物園の視察等が行われ、復興の成果を示す機会となっている。

2.6 機関誘致

(1) 日本銀行大分支店/1948年2月開設⁷⁾

日銀支店誘致は、大分市出身の一万田尚登日銀総裁(当時)に上田が強く働きかけた成果とされる。支店長に赴任した木下常雄は一万田総裁の意を受けて、上田市政の復興事業に資金面から協力をしたとされるが、具体的にどのような支援が行われたのかについては明らかでない。

(2) 大分鉄道管理局/1950年5月発足⁷⁾

国鉄の機構改革において、九州では鉄道管理局が門司、鹿児島、鳥栖の三局にほぼ決定したため、既存の大分鉄道管理部が営業所に格下げとなり、その機能低下が危ぶまれた。その状況に対して、上田の一万田日銀総裁をはじめとする人脈を通じた陳情攻勢により、大分鉄道管理局の誘致に成功している。この管理局誘致は、その後の東京直通急行「高千穂」の誘致や、臨港線の営業線への切替等の鉄道による地域振興策の展開に寄与していると考えられる。

2.7 復興関連の受賞

(1) 国土建設週間における戦災復興に関する建設大臣表彰/1950年7月²⁶⁾

大分市は、1950年7月の国土建設週間に、全国の戦災復興都市の中より、特に復興上、優秀な三都市の一つに数えられ岐阜市、松山市の二市と共に建設大臣の表彰を受けている。表彰にあたっては、大分市の公園施設の独自性の高さが評価されたとされる。

(2) 国土建設週間における公営住宅に関する建設大臣表彰/1950年7月, 1951年8月²⁷⁾

大分市は、1950年と1951年の国土建設週間に、国庫補助による市営住宅の計画等が評価され、住宅建設事業の模範となるものとし、建設大臣により表彰を受けている。

2.8 大分市の戦災復興を主導した人物

大分市の戦災復興を主導した人物として、次の5人をあげる。

(1) 木下 郁²⁸⁾

木下郁は、1945年10月26日～1947年2月5日の間、大分市長を務めた人物である²⁹⁾。在職期間中には、市長として大分市の戦災復興計画の決定と、戦後の大分市の長期構想となる「“大”大分市構想」の策定に関わっている。公職追放により、大分市長を辞任している。

(2) 上田 保¹⁴⁾

上田保は、木下郁の後を引き継ぎ、1947年4月7日～1963年3月9日の間、4期16年にわたって大分市長を務め、大分市の戦災復興事業を牽引した人物である²⁹⁾。在職期間中には、ジャングル公園をはじめとした公園を市内各所に数多く整備し、公園市長と呼ばれ、高く評価された。また、害獣であった野生の猿を餌付けし、高崎山自然動物園を開設するなど、ユニークな発想と高い実行力により、戦後の大分市のまちづくりに大きく貢献している。

(3) 田村雄次²⁸⁾

田村雄次は、内務省の官吏として、都市計画大分地方委員会において、内務省との計画調整を含む、大分市の戦災復興計画の策定等を担当した人物である。

(4) 福島頼明³⁰⁾

福島頼明は、大分市の復興課長を務めた人物である。1946年1月に大分市の土木課長に就任し、組織改正により復興課長となっている。1946年2月1日の大分合同新聞では、福島頼明は大牟田市出身で42歳、京城、平壤で土木技師を務めていたと紹介している。

(5) 池邊親男²⁸⁾

池邊親男は、大分市の復興部顧問として戦災復興に深く関わった人物である。旧制大分中学校を卒業し、東大土木科で学んでいる³¹⁾。旧制大分中学校の同窓会名簿^{32)~35)}によれば池邊は、奉天市政公署都市計画課、新京国務院門務

局都邑祥、本溪湖公署に勤務しており、満州で都市計画に携わっている。1947年3月29日の大分合同新聞に「文化国土と大分市の設計」というタイトルで、大分市の戦災復興計画の内容について詳細に語っており、計画策定に深く関与したことがうかがえる。1950年9月には、復興功勞者として大分市より表彰されている。

木下郁、上田保については市長であったため、相当の史料が残されているが、戦災復興において主導的な立場にあった田村、福島、池邊らの技師については十分な史料は現時点では見当たらず、今後、関係史料の調査、発掘が必要と考えている。

3. 今後の課題

今後の研究上の課題を以下に示す。

- ①土地利用計画と街路計画について、戦前の都市計画との比較により、どのような見直しが行われていたかを調査し、戦災復興における計画の考え方を明らかにすることが必要と考えている。
- ②公園緑地計画は、大分市の戦災復興を特徴づける取組であり、その全体像について体系的に整理する必要があると考えている。
- ③住宅復興について記した史料が少なく、その全体像が見えにくいため、今後、関係史料の調査、発掘が必要と考えている。
- ④戦災復興において主導的な立場にあった田村、福島、池邊らの技師については十分な史料は現時点では見当たらず、今後、関係史料の調査、発掘が必要と考えている。

参考文献

- 1) 建設省編：戦災復興誌 第六巻 都市編Ⅲ，財団法人都市計画協会，1958年9月。
- 2) 建設省計画局区画整理課：計画図集 -戦災復興事業における-
- 3) 大分県土木部道路課：舞鶴橋工事報告書，1954年12月。
- 4) 福島頼明：大分市の街路隧道，道路(186)，日本道路協会，pp. 412-414，1956年8月。
- 5) 大分市役所市長室：復興大分市 新施設紹介，大分市役所，1953年9月。
- 6) 越澤明：復興計画 幕末・明治の大火から阪神・淡路大震災まで，中央公論新社，2005年8月。
- 7) 中川郁二：ロマンを追って 元大分市長上田保物語，大分合同新聞社，2003年2月。
- 8) 大分市商工観光課：ジャングル公園，1955年3月。
- 9) 大分市：(1)大分復興土地区画整理事業，<http://www.city.oita.oita.jp/o174/machizukuri/toshi/1015496897817.html>，(参照 2021-02-09)。
- 10) 西村幸夫：県都物語 47 都心空間の近代をあるく，有斐閣，2018年3月。
- 11) 「大分駅」，建築文化，No. 149，1959年3月，p. 32，彰国社。
- 12) 「特集A：都市復興 地方都市の駅前広場・商店街・住宅地の復興と計画 大分市駅前広場」，建築と社会，39(12)，pp. 64-65，日本建築協会，1958年12月。
- 13) 「軌道問題一応解決す 知事あっせん案 市・会社も承認」，大分市報，1月15日号(No. 277)，1958年1月。
- 14) 「大分市東部火葬場」，新建築，VOL. 28，pp. 36-37，新建築社，1953年4月。
- 15) 日高圭一郎：上田保の都市政策に関する調査研究-戦災復興施策を中心として-，九州産業大学工学部研究報告，第47号，pp. 57-60，2011年3月。
- 16) 大分市商工部観光課：国立公園高崎山自然動物園 30年の記録，1984年1月。
- 17) 「高崎山 万寿寺別院計画案」，新建築，VOL. 35，pp. 52-54，新建築社，1960年6月。
- 18) 「高崎山 万寿寺別院計画」，近代建築，Vol. 14，pp. 24-31，近代建築社，1960年7月。
- 19) 平松剛：磯崎新の「都庁」戦後日本最大のコンペ，文芸春秋，2008年6月。
- 20) 大分空港：大分空港の概要 大分空港クロニクル(編年史)，<https://www.oita-airport.jp/about/chronicle.html>，(参照 2021-02-09)。
- 21) 大分市総務課：大分市勢要覧 昭和32年版，1958年5月。
- 22) 「復興絵画展を見る」，大分合同新聞，1947年2月3日。
- 23) 建設省計画局施設課：公園制定八十周年記念 全国公園緑地会議録 昭和二十八年四月九、十日 於大分市，1953年11月。
- 24) 「全国公園緑地会議 四月九日から三日間 大分市で開催」，大分市報，4月1日号(No. 161)，1953年4月。
- 25) 「両陛下おそろいで大分市へ 御日程は七日と九日 奉送迎は所定の位置で」，大分市報，4月1日号(No. 282)，1958年4月。
- 26) 「大分市復興に建設大臣表彰 市長帰任談」，大分市報，7月21日号(No. 62)，1950年7月。
- 27) 大分市役所市長室：市政のあゆみ，1955年3月。
- 28) 日高圭一郎：大分市戦災復興計画の策定過程，九州産業大学工学部研究報告，第53号，pp. 69-76，2017年3月。
- 29) 大分市史編さん委員会：大分市史 下，1988年3月。
- 30) 「大分市新土木課長に福島氏」，大分合同新聞，1946年2月1日。
- 31) 「大分市復興部隊容整備成る」，大分合同新聞，1946年4月20日。
- 32) 大分中学同窓会：昭和九年十二月 学友名簿，1934年12月。
- 33) 大分中学同窓会：昭和十一年十二月現在 大分中学同窓会名簿，1936年12月。
- 34) 大分中学同窓会：昭和十三年十一月 大分中学同窓会名簿，1938年11月。
- 35) 大分中学同窓会：昭和十八年二月 大分中学同窓会名簿，1943年2月。
- 36) 大分名誉市民、故上田保先生を偲んで、1980年7月。

【論文】

珪藻土系改良材を用いた堆積土砂の改良および盛土築造に関する実証実験

FIELD TEST ON IMPROVEMENT OF SEDIMENTARY SOIL USING DIATOMACEOUS-BASED MATERIAL AND CONSTRUCTION OF EMBANKMENT USING THE TREATED SOIL

林 泰弘*1, 犬丸 恭兵*1, 藤 龍一*2, 笠羽 豊大*2, 松尾 雄治*1

Yasuhiro HAYASHI, Kyohei INUMARU, Ryuich TOU, Toyohiro KASABA, Yuji MATUO

The authors have been studying on a diatomaceous earth-based improving material. The material immediately improves soft soil to good quality soil which can be transported. The improving material is a material with a low environmental impact because it improves the strength without significantly changing the physical and chemical characteristics of the soil. Field test was conducted on sedimental ground with cohesive soil. The ground was improved by a shallow soil stabilization using the improving material. The embankment was constructed by the improved soil. The degrees of compaction and the cone index of the embankment were satisfied the target values.

Keywords : *Diatomaceous earth-based improving material, Soil stabilization, Embankment, Field test*
珪藻土系改良材, 土質安定処理, 盛土, 現場実験

1. はじめに

建設廃棄物は、全産業廃棄物排出量の約2割を占め、その発生抑制、再利用、再生利用は重要な課題である¹⁾。平成30年度の建設廃棄物の全体の再資源化・縮減率は97.2%であるが、建設汚泥は94.6%、建設廃棄物に含まれない建設発生土の有効利用率は79.8%¹⁾と土砂に関しては今後もさらなるリサイクルの推進が必要である。

発生土砂の利用については防災面にも関係が深い。令和元年台風19号による河川氾濫等の大規模な浸水被害等が相次いだ。被災後の復旧を考慮しても、維持管理のための河川等の浚渫(堆積土砂の撤去)が重要という認識のもと、「緊急浚渫推進事業²⁾」が創設された。この事業は河川維持管理計画等で緊急的に実施する必要がある箇所として位置づけられた河川、ダム、砂防、治山に係る浚渫を対象として地方財政措置を講じるものである。この事業により今後大量の浚渫土砂が新たに発生することになるが、一般的に浚渫土砂は軟弱で、そのままでは建設工事等に利用することが困難である。

軟弱な発生土砂を有効利用するために、乾燥によって含水比を低下させたり、良質の土砂と混合したり、改良材を添加したりして土質を改良する方法がある。乾燥して含水比を下げる場合に自然乾燥に頼ると長い時間がかかるし、

熱を与えて乾燥する場合にはコストや環境負荷が大きくなる。また、良質の土砂と混合する場合には、全体として体積が大きくなってしまふことから、改良材を添加して改良する方法が主流となっている。

改良材としては、比較的安価で強度が得やすい石灰やセメント系固化材などのカルシウム系固化材が用いられることが多い。しかし、カルシウム系固化材の添加は土のpHを高アルカリ域に変えるため周辺環境へ影響を及ぼす懸念がある。近年では、環境への配慮から改良土についても中性であることが求められることが多くなっていることから、マグネシウム系固化材や石膏などの利用も研究されている。

筆者らは高分子材と珪藻土からなる泥土改良材デイスットを開発し、デイスット工法として国土交通省の新技術情報提供システム(NETIS)に登録している。このデイスットをさらに改良するため、珪藻土の高い吸水性³⁾に着目して、泥土の改良に活用する研究⁴⁾に取り組んできた。珪藻土は泥土に含まれる余分な水分を取り込むことで土の流動性を瞬時に低下させ、締固めが可能になる。しかしながら、珪藻土だけでは十分な改良効果が得られないため、高分子材を混合することで土粒子を凝集し団粒構造を形成し強度を高めることを期待している。珪藻土単体または高分子材を添加しても土のpHは大きく変化しないため環境にやさしい改良材である。

今回、現場でシリカ系材料材を用いた土質安定処理およ

*1 建築都市工学部都市デザイン学科

*2 株式会社ワールド・リンク

表1 試料の物理・化学特性

| | 原土 | 改良土 | 参考値 |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 土粒子の密度(g/cm ³) | 2.638 | 2.705 | 2.654 |
| 自然含水比(%) | 50.7 | 48.5 | 35.0 |
| 礫分(%) | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 砂分(%) | 4.9 | 2.8 | 15.6 |
| シルト分(%) | 89.1 | 92.3 | 63.5 |
| 粘土分(%) | 6.0 | 4.8 | 20.9 |
| 最大粒径(mm) | 0.85 | 0.85 | 4.75 |
| 均等係数 | 2.0 | 1.7 | 10.5 |
| 液性限界(%) | 79.1 | 69.9 | - |
| 塑性限界(%) | 43.3 | 39.4 | - |
| 塑性指数I _p | 35.7 | 30.5 | - |
| 地盤材料の分類名 分類記号 | シルト(高液性限界) (MH) | シルト(高液性限界) (MH) | 砂質細粒土 (FS) |
| pH(H ₂ O) | 7.04 | 7.05 | - |
| 強熱減量(%) | 7.52 | 6.07 | - |

び盛土築造に関する実証実験を実施したので報告する。

2. 実証実験概要

実証実験は茨城県の利根川土砂堆積地で実施した。まず、植生を含む表土をはがしたうえで対象土を採取した。この試料を用いて実験室で事前配合試験を実施し、所定のコーン指数が得られる配合を決定した。

現地での改良は浅層混合処理工法を採用した。その改良土を掘削、運搬し、重機で転圧して盛土を築造した。

この実証実験において評価すべき項目のうち、本論文では以下の内容について報告する。

- ① 基本性能：盛土の施工性を良くし、特に締固めが容易に行えるように建設発生土を改良できること
- ② 品質・出来形：高い密度を与える粒度分布であり、適度に細粒分が含まれること。改良土による盛土が施工機械のトラフィカビリティを確保できること
- ③ 安全性：周辺地下水等への pH の影響が少ないこと

3. 事前配合試験

実証実験予定地で採取した試料を用いて堆積土の特性評価と実証実験で用いる配合の検討を行った。

表1に試料の特性を示す。参考値は対象地域内の別の地点(ストックヤード)の試料から得られた値である。原土と参考値は近接の場所ではあるが、含水比粒度などに若干の違いがみられた。原土はシルト分が卓越した細粒土で、液性限界も比較的高く、pHは中性であった。

改良土の作製は以下の手順で行った。自然含水比の原土を4.75mmふるいを通すように解きほぐし、ホバート

型ミキサーで5分間練り混ぜたのち、珪藻土系改良材を添加して再度5分間練り混ぜて改良土を作製した。事前配合試験で用いた珪藻土系改良材は、珪藻土乾燥品と細粒子及び高分子材の混合物である。なお、珪藻土系改良材の添加量は解きほぐした原土(湿潤密度0.945g/cm³)に対するものとして算出した。

改良土作製直後に「締め固めた土のコーン指数試験方法(JIS A 1228)」を実施した。改良材添加量とコーン指数、乾燥密度の関係を図1に示す。解きほぐしただけの未改良土(非練り返し)は第4種建設発生土に相当するコーン指数が得られたが、練り返しによって未改良土(練り返し)のコーン指数は泥土に相当する値まで低下した。乾燥密度の差は小さいことから、堆積期間もチキソトロピーを發揮したと考えられる。掘削、転圧あるいは改良による利用を考えた場合には練り返しが起こるため、改良効果を評価するには練り返した試料のコーン指数を基準にすべきである。珪藻土系改良材の添加量が増加するにつれコーン指数は直線的に増加し、乾燥密度も緩やかに増加した。改良材によって土骨格の強度の増加と締固め特性の改善の両方が得られたと考える。

実証実験では重機による転圧によって盛土を築造するため、コーン指数が400kN/m²以上が得られるよう珪藻土系改良材の添加量を30kg/m³とした。

未処理土では練り返しによるコーン指数の低下が確認されたため、改良土についても現場での過転圧によるコーン指数の低下の可能性が考えられた。そこで、珪藻土系改良材の添加量を30kg/m³とした改良土の締固めにおいて、JIS A 1228 で指定されているA法の締固め仕事量

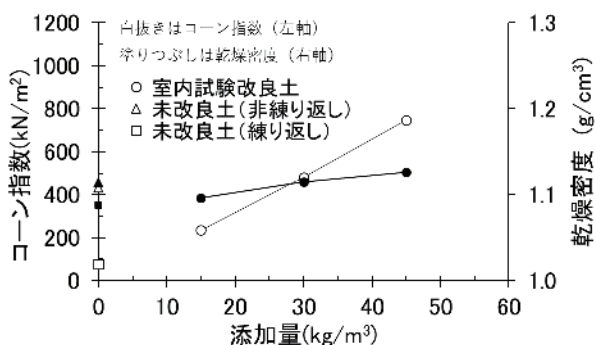


図1 改良材添加量と乾燥密度，コーン指数の関係

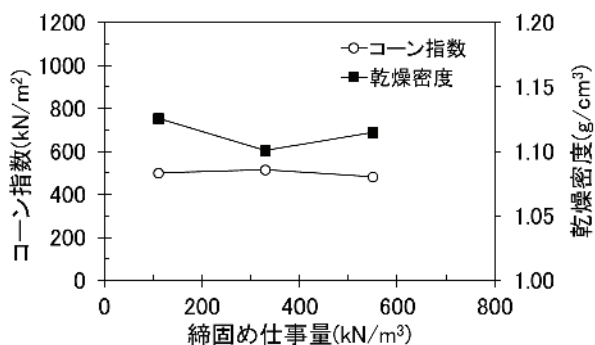


図2 締固め仕事量とコーン指数，乾燥密度の関係



写真1 改良前の状況



写真2 地山の状況



写真3 改良状況



写真4 改良前(左)と改良後(右)の外観

$E_c=550\text{kN/m}^2$ のほか、 $E_c=330\text{kN/m}^2$ 、 110kN/m^2 についても供試体を作製し、コーン指数試験を実施した。図2に締固め仕事量とコーン指数、乾燥密度の関係を示す。乾燥密度については締固め仕事量の影響がみられなかった。コーン指数については $E_c=110\text{kN/m}^2$ よりも $E_c=330$ 、 550kN/m^2 のほうが若干低下していたが大きな強度低下とはいえず、オーバーコンパクションのリスクは少ないと判断した。

4. 浅層混合処理による改良土作製

表土部分をはがした幅約10m×長さ約30mの堆積土地盤(写真1)を改良対象とした。写真2に示すように地山は重機の走行が可能な程度には固結していた。地表面に珪藻土系改良材を散布し、東洋スタビ社製のスタビライザー(CS360SD)で深さ1mの範囲で浅層混合処理を行った(写真3)。本スタビライザーで砂質土を対象とした浅層改良処理における混合精度は高い⁵⁾とされている。



写真5 まき出し、転圧の状況



写真6 2層目転圧後の状況

珪藻土系改良材は珪藻土細粒品とポリマーの混合物を用い、添加量は地山 1m^3 あたり 30kg とした。なお、この添加量を乾燥土に対する珪藻土系改良材の添加率として算出すると 4.8% となる。砂置換法による土の密度試験 (JIS A 1214) によって地山の湿潤密度と含水比を後日、近傍で測定したところ湿潤密度が $1.254\text{g}/\text{cm}^3$ 、含水比が 30.7% と事前配合試験とは大きく異なった。これをもとに解きほぐし土 1m^3 あたりの改良材添加量を算出すると 23kg となり事前配合試験の約 75% 、乾燥土に対する珪藻土系改良材の添加率では 2.4% となり事前配合試験の約 50% である。

改良前後の土の状況を写真4に示す。改良前(写真左)は固結しているが、改良によって解きほぐされ、珪藻土系改良材によって団粒状を呈した。また、改良材の添加量が少なく、対象土が粘性土であるにもかかわらず、全体の改良状況を目視した範囲では施工状況は良好であったと判断した。

5. 試験盛土の築造

改良から5日後に改良土を掘削し、 10t ダンプ車で運搬の上、バックホウで試験盛土のヤードにまき出し、 D3 ブルドーザ 6.8t 級で転圧して盛土を築造した。試験盛土のヤードは $13.6\text{m} \times 23.6\text{m}$ で、のり面勾配 $1:2$ 、1層のまき出し厚 33cm 、仕上がり目標厚さ 30cm で3層とした。写真5にまき出し、転圧の状況、写真6に2層目転圧後の状況を示す。転圧は2日間にわたって実施し、初日終了後から2日目にかけて小雨に見舞われたが、転圧に大きな支障は見られなかった。

各層の転圧後に、ポータブルコーン指数試験 (JGS 1431) を各層9か所、2、3層目の転圧後に砂置換法による土の密度試験を各層9か所実施した。

6. 現場改良土および盛土の特性

現場で改良した土を持ち帰り、実験室で改良土の物理特性、化学特性、締固め特性、コーン指数を調べた。

カルシウム系固化材を用いると、土粒子同士を固結する作用があるため粒度が大きくなり、締固め特性も変化する。また、 pH が大きく上昇するため周辺環境への影響が大きいが、珪藻土系改良材は原土の性質を大きく変えないことが特徴である。改良土の物理特性と化学特性は表1に示している。コンシステンシー特性(液性限界と塑性限界)を除き、原土と改良土に大きな違いがみられない。液性限界が低下しており、土が砂っぽい状態に変化したことで、締固めの作業性が向上するとともに、後にカルシウム系改良材で改良する場合には改良効果発揮に寄与することが期待される。 pH についても原土と改良土はほぼ同じで中性を保っている。

未処理土、室内試験改良土、現場改良土を用いて「突固めによる土の締固め試験 (JIS A 1210)」をA-a法で実施し、得られた締固め特性を図3に示す。改良土の改良材添加量はいずれも $30\text{kg}/\text{m}^3$ である。現場改良土については試験前の乾燥の程度が異なる2種類の試料 (12.4% と 30.4%) を用いている。未処理土と事前配合試験による室内試験改良土を比較すると、改良土の方が最適含水比は低く、最大乾燥密度が大きくなっている。現場改良土は試験前含水比の違いによって異なる(連続しない)締固め曲線を示しており、低い含水比まで乾燥した試料は、最適含水比と最大乾燥密度が得られた。このような傾向は粘性土にみられる特徴である。室内試験改良土と2種類の現場改良土の締固め曲線を比較する。最適含水比より湿潤側の締固め曲線は一致しているが、乾燥側は現場改良土の乾燥密度が大きい。これは、試験前含水比の影響も受けていることも考えられるため、混合方法の影響であるかどうかは不明である。次に、試験盛土の地盤と突固めによる締固めで作製した供試体の特性を比較する。盛土2層目、3層目のデータは原地盤で測定したものであるためばらつきが大きいが、室内試験のものと比較して乾燥密度が含水比のわりに大きく、締固め度は2層目が $85.2 \sim 95.2\%$ (平均値 90.0%)、3層目が $86.3 \sim 90.4\%$ (平均値 88.5%) であり、十分な転圧がなされ

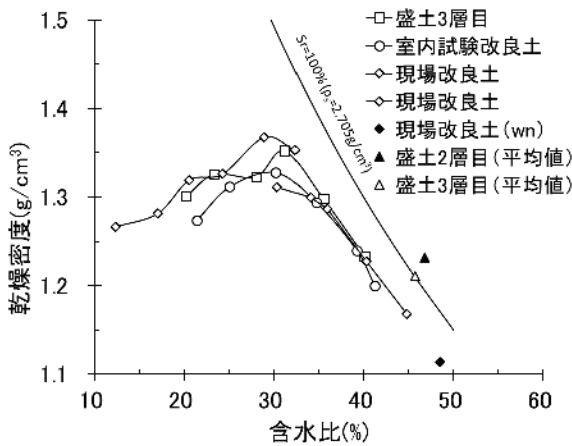


図3 締めめ曲線

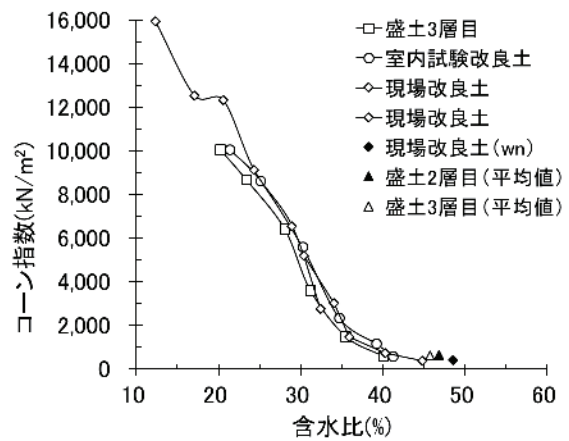


図4 含水比とコーン指数の関係

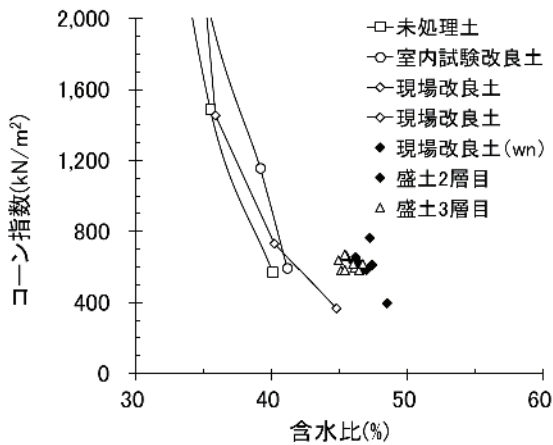


図5 含水比とコーン指数の関係

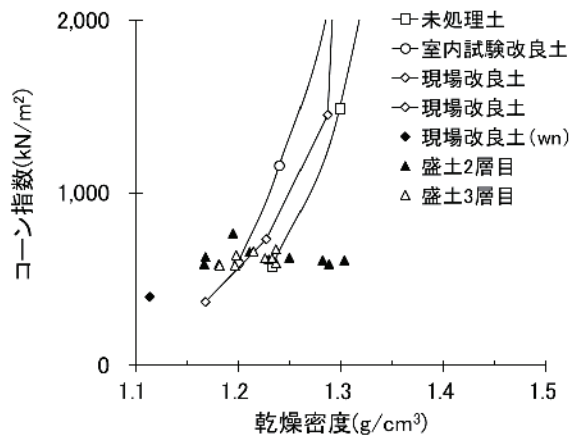


図6 乾燥密度とコーン指数の関係

ていた。ゼロ空気間隙曲線より上方にプロットされた点があるのは、土粒子密度や現場密度のばらつきによるものと推察する。

締めめ試験の各含水比においてコーン指数も求め、両者の関係を整理したものが図4である。盛土では各層どの含水比レベルでも改良土の方が未処理土よりもコーン指数が大きいが、含水比低下によるコーン指数の増加に比べるとわずかである。しかし、大規模の工事において、時間や敷地が必要な乾燥作業は容易ではないため、改良材による改良の優位性はあると判断できる。

今回の実証実験ではコーン指数 400kN/m² 以上を目標として配合を決定している。図4では対象とするコーン指数の範囲での違いが明確でないため、コーン指数が1200kN/m² 以下の含水比とコーン指数の関係を図5に乾燥密度とコーン指数の関係を図6に示す。盛土の含水比は室内試験改良土よりも大きいが、コーン指数は2層目が585~765kN/m² (平均値 630kN/m²)、3層目が580~670kN/m² (平均値 618kN/m²) であり、目標値だけでなく、室内試験改良

土 (482kN/m²) や現場改良土 (396kN/m²) の値をすべての地点で上回っていた。盛土の乾燥密度はばらついており、乾燥密度との関連も見られないことから、十分な締めめによってコーン指数が大きくなったとは考え難い。粘性土の強度低下の要因の一つに練り返しがある。図2は締めめによる練り返しを想定した実験であったが、締めめの試料準備段階にも練り返しの要因がある。すなわち、JIS A 1228のコーン指数試験は9.5mmふるい通過分(改良土の場合)の試料を用いるため、解きほぐしによって強度低下を引き起こしている可能性がある。一方で本実証実験では、改良～転圧の間に土塊の乱れが少なく、強度がある程度維持されたまま改良材が添加されたことで、予想以上の改良効果が得られたと推察する。

以上の結果より、今回の浅層混合処理による珪藻土系改良材を用いた堆積土の改良およびその改良土を用いて築造された盛土の品質は室内実験で得られた品質を十分に満足していることが確認された。

7. まとめ

新たに開発中の珪藻土系改良材による泥土の改良処理を実際の堆積地盤を対象に浅層混合処理で改良したところ、施工状況は良好であった。また、改良土を掘削、運搬しブルドーザで転圧した盛土地盤は、目標とした締固め度とコーン指数を得ることができた。

今回の実証実験対象地盤は、練り返さない限り比較的良質な地盤であったため、今後はさらに軟弱な地盤に対する適用性を確認したい。

謝辞

実証実験に際しては株式会社森本組ほか多数の方の協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省編：国土交通白書 2020 令和 2 年度版，pp. 372, 2009
- 2) 総務省：緊急浚渫推進事業, https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/chihosai/kinkyushunsetsu.html , 2021.1 閲覧
- 3) 山内豊聡監修・土質工学会九州支部編：九州・沖縄の特殊土，九州大学出版会，pp. 83-92, 1983. 7.
- 4) 松尾雄治・林泰弘・田中誠也・藤龍一：中性改良材を用いた泥土の即時改良とその後の固化処理による強度改善，第 14 回地盤改良シンポジウム論文集，pp. 19-22, 2020. 12.
- 5) 若原千恵・成瀬慎司・吉村優治：浅層安定処理における施工機械の混合精度，第 14 回地盤改良シンポジウム論文集，pp. 115-118, 2020. 12.

令和2年度学位論文（博士前期課程）要旨

博士前期課程

氏名 17GT110 東 哲平

研究題目名 外来生物の生態学特性に関する一考察

指導教授 内田 泰三

外来種の侵入（移動）には意図的なものと非意図的なものがある。ここでは、ガーデニング市場の拡大も非意図的な移動に影響していると考え、ポット苗の流通と動植物の移動の関係について考察した。一方、近年、福岡において南アフリカ原産のナルトサワギクおよびヨーロッパ原産のスズメノナギナタが内田により初確認・報告されている。しかし、これらの生態学的知見についてはほとんどない。そこで本研究では、前者の発芽特性ならびに後者の生育環境についても併せて考察した。これらの結果、ポット苗は様々な県間で移動しており、同ポット内には外来種を含む動植物の混入も多く確認された。ナルトサワギクとスズメノナギナタは次の特性から、生態系への影響が懸念された。前者は温度および光条件に関係なく、通年開花・結実し、また、発芽～結実までの期間が極めて短かった。後者は江線に近い不安定帯に生育し、ハマアカザ等の在来種と生育環境が一致した。

「建築都市工学部研究報告」編集方針

1. 本誌は、建築都市工学部内における研究活動の紹介を主な目的とし、下記の事項を記載する。
 - (1) 研究報告:論文、調査報告書
 - (2) 国外研修報告
 - (3) 博士論文審査報告
 - (4) 修士論文要旨
2. 投稿原稿には、報告の種類(【論文】、【調査報告書】、【国外研修報告】等)を明記する。
3. 著者のうち少なくとも1名は本学建築都市工学部教職員でなければならない。ただし、編集委員会が認めた場合はこの限りではない。
4. 研究報告や国外研修報告等の投稿原稿は日本語又は英語で書き、カメラレディー原稿に整えて1部を提出し、その形式は「投稿の手引き」に従うものとする。
5. 博士論文審査報告や修士論文要旨は既出の本書を本誌に転載するものとする。
6. 投稿者は、編集委員を通じて原稿を提出しなければならない。
7. 原稿の修正などのために返却された場合は、修正の上、指定された日までに返送すること。
8. 本誌は年1回発行する。

令和2年度建築都市工学部機関誌編集委員会

委員 富田 英夫 (建築学科)
委員 松野尾 仁美 (住居・インテリア学科)
委員 内田 泰三 (都市デザイン工学科)

ワーキングメンバー

大庭 知子 (建築学科)
嘉野 広美 (住居・インテリア学科)

令和3年3月20日 印刷

令和3年3月31日 発行

発行者 九州産業大学建築都市工学部
福岡市東区松香台2-3-1

印刷所 ヨシミ工産株式会社
北九州市戸畑区天神 1-13-5