

出國報告（出國類別：考察）

推動多面向智慧城市及
建築防火與 BIM 技術先期計畫－
高齡友善及防災智慧城市研習行程

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：陳所長瑞鈴、賴副研究員深江、
張助理研究員志源

派赴國家：日本(東京)

出國期間：106 年 2 月 5 日至 2 月 11 日

報告日期：106 年 5 月 8 日

摘 要

關鍵字：高齡社會、智慧城市、智慧防災、智慧社區、坡地災害、無障礙

本次考察由陳所長瑞鈴、賴副研究員深江、張助理研究員志源執行。透過本次考察，瞭解日本智慧防災技術發展狀況、坡地災害相關法令制度變革與政策、智慧社區、高齡者居住環境及無障礙環境之設計內容。

本計畫之研習行程共計 7 日，主要行程為參訪國立研究開發法人建築研究所、柏之葉智慧社區、國土交通省國土技術政策總合研究所、株式會社富士通研究所、社會福祉法人銀翼及廣島縣政府。可分成三種拜會參訪行程，第一種屬於機關、研究機構拜會行程，主要拜會國立研究開發法人建築研究所、株式會社富士通研究所、國土交通省國土技術政策總合研究所及廣島縣政府土木建築局砂防課，第二種屬於民間福祉法人照護機構拜會行程，主要拜會社會福祉法人銀翼，第三種行程屬參訪行程，主要參訪柏之葉智慧社區及東京都丸之內車站。供本所 106-109 年推動高齡者安全安心生活環境科技發展中程個案計畫及 104-107 年都市與建築減災與調適科技精進及整合應用發展計畫之參考。

考察建議包括下列幾項：一、建議針對先進國家身心無障礙環境法令進行研究；二、建議針對智慧設施設備導入高齡友善環境進行研究，以健全國內高齡照護環境；三、推動智慧科技應用於都市及建築防災俾提升災害韌性之相關研究；四、因應第一線人員需求推動都市及建築災害韌性之相關研究；五、推動具有法令基礎之山坡地社區管理制度相關研究。

目次

壹、考察目的	1
貳、考察過程	2
參、考察心得	18
肆、建議事項	21
伍、附錄	22
日本國立研究開發法人建築研究所簡介” Outline of BRI”	
土砂災害建築管制簡報資料	
地震避難模擬技術簡報資料	

壹、考察目的

本計畫依據 105 年度行政院國家科學發展基金管理會核定之「推動多面向智慧城市及建築防火與 BIM 技術先期計畫」，赴日本執行其子計畫「高齡友善及防災智慧城市研習行程」。

本計畫之研習行程共計 7 日，主要行程為參訪國立研究開發法人建築研究所、柏之葉智慧社區、國土交通省國土技術政策總合研究所、株式會社富士通研究所、社會福祉法人銀翼及廣島縣政府。可分成三種拜會參訪行程，第一種屬於機關、研究機構拜會行程，主要拜會國立研究開發法人建築研究所、株式會社富士通研究所、國土交通省國土技術政策總合研究所及廣島縣政府土木建築局砂防課，第二種屬於民間福祉法人照護機構拜會行程，主要拜會社會福祉法人銀翼，第三種行程屬參訪行程，主要參訪柏之葉智慧社區及東京都丸之內車站。

行程規劃包括瞭解國立研究開發法人建築研究所之建築物無障礙研究成果及無障礙設施實驗室；瞭解柏之葉智慧社區面臨超高齡社會，為居民提供健康支援設施、實質建築物與戶外環境設計及地區能源管理系統(AEMS)；瞭解國土交通省國土技術政策總合研究所針對災害弱勢者避難支援、坡地災害風險評估、複合性災害因應等研究及相關制度；瞭解株式會社富士通研究所對坡地崩塌、滑動、土石流災害開發出的自動偵測網路技術及防災系統；瞭解社會福祉法人銀翼如何導入外骨骼機器人提供照顧人員去照顧老人及相關先進的設施設備；瞭解廣島縣政府如何指定土砂災害警戒區域、特別警戒地區域及其基礎調查結果之公告與說明機制。

透過本次考察蒐集日本智慧防災技術發展狀況、坡地災害法令制度變革與政策、智慧社區、高齡者居住環境及無障礙環境之設計內容。拜訪日本政府、學術及產業界，進行交流，拓展國際視野，提升未來國內建築防災、智慧社區及高齡環境改善之研究及推動效益。

貳、考察過程

一、行程規劃

預定日期	參訪地點	研習內容
2月5日 (週日)	臺灣(臺北)→日本 (東京)	
2月6日 (週一)	1. 國立研究開發法人建築研究所(筑波市) 2. 柏之葉智慧社區(千葉縣)	1. 對國立研究開發法人建築研究所近年所作的無障礙研究成果及實驗室進行瞭解。 2. 針對柏之葉智慧社區之地區能源管理系統(AEMS)、實質建築物與戶外環境設計及健康支援設施進行瞭解。
2月7日 (週二)	1. 國土交通省國土技術政策總合研究所(東京) 2. 參訪東京丸之內車站無障礙設施設置(東京都)	1. 針對國土交通省國土技術政策總合研究所進行災害弱勢者避難支援、坡地災害風險評估、複合性災害因應等研究及制度加以瞭解。 2. 針對東京丸之內車站之無障礙設施設備內容進行瞭解。
2月8日 (週三)	1. 株式會社富士通研究所(神奈川縣川崎市) 2. 社會福祉法人銀翼(東京)	1. 針對株式會社富士通研究所坡地崩塌、滑動、土石流災害為對象，開發使用自動偵測網路技術，並已實用化之防災系統進行瞭解。 2. 針對社會福祉法人銀翼導入外骨骼機器人，提供照顧人員使用照顧老人服務進行瞭解。
2月9日 (週四)	東京→廣島	
2月10日 (週五)	廣島縣政府土木建築局砂防課(廣島)	瞭解廣島縣政府如何制定針對土砂災害警戒地區、特別警戒地區之指定及其基礎調查結果之公告與說明等機制，以供作臺灣坡地防災管理之借鏡。
2月11日 (週六)	日本(廣島)→臺灣 (臺北)	

二、行程內容

(一) 2月5日行程

本日由臺灣出發前往日本，於上午 7 點 30 分在臺灣台北松山機場航廈集合，飛機於臺灣時間上午 9 時起飛，於日本當地時間中午 12 時 40 分抵達東京羽田國際機場。

本次考察行程主要以日本電車作為交通工具，購買日本的 PASMO 票卡（類似我國的捷運卡），以利方便刷卡進出車站，於下午 3 點入住預訂旅館。

在前往旅館的過程中，發現日本羽田國際機場無障礙設施完善，包括坡道、無障礙電梯、無障礙廁所等。從東京羽田國際機場到東京市區的電車，車廂內有提供旅客行李架放置沉重的行李。從東京的火車站月台到預訂旅館的道路路面都極為平順，路面有高低差時會有斜坡道連結，人行道也極為平緩，使拖運行李旅客能夠方便行進。

(二) 2月6日行程

1. 國立研究開發法人建築研究所

上午拜會位於日本筑波市的國立研究開發法人建築研究所，針對日本近年所作的無障礙研究成果及實驗室進行瞭解。

日方接待人員主要有該建築研究所理事西山功博士、住宅與都市研究臼井浩一組長、企劃部國際研究參事森正志博士、建築生產研究部主任研究員小野久美子博士等。

首先由森正志博士先介紹日本國立研究開發法人建築研究所整體研究方向，包括在住宅、建築、都市計畫的研究重點。再由研究員小野久美子博士介紹該所從通用設計觀點，進行多機能廁所研究的成果，這些成果將作為日本無障礙法規條文改善，然後介紹日本現行「高齡者、障害者等の移動の円滑化に関する法律」及「高齡者、障害者等の円滑な移動等に配慮した建築設計標準」主要架構內容。為了因應 2020 年夏季奧林匹克運動會將在日本東京舉行，國立研究開發法人建築研究所針對「高齡者、障害者等の円滑な移動等に配慮した建築設計標準」的輪椅觀眾席位設置等進行修正。



圖 1-日本國立研究開發法人建築研究所入口



圖 2-拜會日本國立研究開發法人建築研究所



圖 3-進行無障礙法規改善相關簡報



圖 4-與日本建築研究所相關人員合照



圖 5- 日本建築研究所實驗室設備

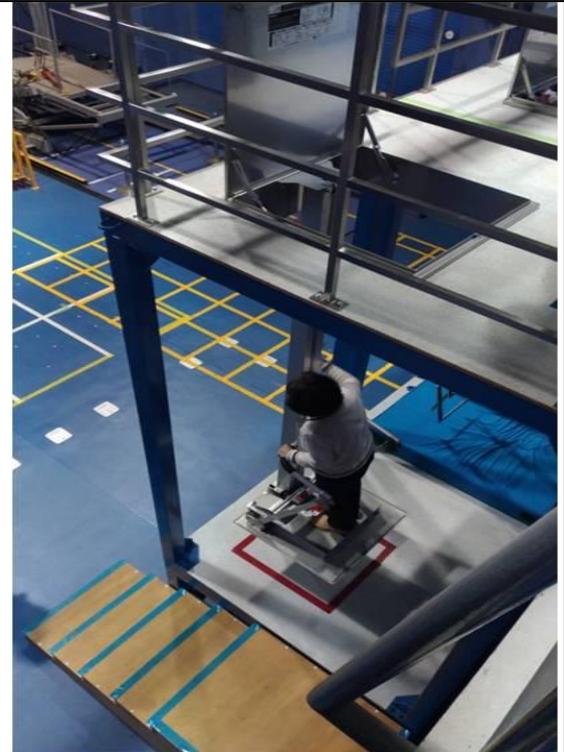


圖 6-日本建築研究所行動不便者避難設備實驗

再來由住宅與都市研究組臼井浩一組長介紹為因應日本超高齡社會之社區營造，製作可讓高齡者找到生存意義及健康生活之社區營造手冊。仔細閱

讀該手冊之內容，主要包括下列幾個部份：

(1) 促進高齡者外出輕鬆地停留場所之塑造與經營手法，例如高齡者與兒童一同活動之場所、高齡者可自由地使用時間之茶館等。

(2) 讓高齡者與社會保持聯繫，促進高齡者參加地區活動之手法，例如公園環境清潔活動、道路環境打掃活動等。

最後，小野久美子博士帶領導覽通用設計實驗室，參訪行動不便者避難設施之實驗設備，及為因應不同類型之行動不便者，改善樓梯級高與級深的實驗設備。

2. 柏之葉智慧社區

下午拜訪位於日本千葉縣的柏之葉智慧社區(Kashiwa-no-ha Smart City)，日方接待人員主要有日立公司(HITACHI)服務事業推進本部事業主管戶辺昭彥先生、主任技師市原貴史先生、項目開發部總經理福原照代先生，台灣日立亞太股份有限公司副總經理梁琮瑜女士及業務經理鄭世新先生等。

柏之葉智慧社區強調「環境共生」、「健康長壽」、「新產業創造」，提出了「明日城市的新願景」，該社區由三井不動產株式會社、日立公司及當地的大學共同攜手完成。

該社區都市計畫土地開發之緣起，是因韓戰停戰後不久，美國空軍於柏之葉(現在為東京大學、千葉大學兩所大學的校區以及縣立柏葉公園)附近地區 188 公頃土地建造一處通信基地，在高速經濟成長期的 1961 年，三井不動產在此建造「柏高爾夫俱樂部」，並正式開業，至 2001 年關閉為止。另美國政府於 1979 年將此空軍通信基地所在土地全部歸還日本。

根據柏市的建設規劃要求，柏之葉地區自 2000 年起，開始著手面積達 273 公頃的規劃改造事業。隨著 2005 年筑波快速線(Tsukuba Express)的開通，柏之葉學園站加入營運，提高交通便利性。2008 年由千葉縣、柏市、東京大學及千葉大學共同參加的「柏之葉國際學園都市構想」計畫，受到各界極大關注。此外，「學術研究城市·柏之葉」旨在成為官民學攜手合作、任何人皆可參與的城市建設實驗計畫，於 2011 年 12 月獲日本內閣府選定為「綜合特區」及「環境未來城市」。



圖 7-日本柏之葉都市計畫開發前之空照圖。(資料來源：現場報告之簡報內容。)



圖 8-日本柏之葉都市計畫土地使用計畫圖。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

此次參訪主要針對柏之葉智慧社區之地區能源管理系統(AEMS)、實質建築物與戶外環境設計及為居民提供健康支援設施內容進行瞭解。可以看到「柏之葉大學城」由政府、民間、學校聯合經營，範圍以筑波快線柏之葉校園站為中心的全市。規劃主題為環境共生、健康長壽、創新產業，以創造安心、安全、永續智慧城市。目標是通過自然能源和未利用能源的發電及蓄電、街區間電力相互調度、居民參加節能活動等建立成抗災害能力強的社區。

此外，日立公司的接待人員帶領眾人參訪柏之葉社區內的健康研究所，以及提供居民生活及創業使用的場所，讓眾人瞭解智慧建築與健康照護環境如何相互結合。

日本柏之葉智慧社區最重要的特色，是提升防災因應能力之緊急電力調度工作 AEMS(地區能源管理系統)，目標在創建自主經營的供電網路並擴充功能，並發展成為「智慧電網」。於發生災害時，該社區可經由利用再生能源及蓄電池，對能源進行合理分配，使 BCP(事業持續計畫)、LCP(生活持續計畫)得以實現。在柏之葉社區的核心地區內，即使在發生停電時也能連續 3 天，保障平時六成左右的電力供應，還可為住宅大樓之消防電梯、照明設備以及公用區域提供電力，並經由地下水抽水泵的供電而確保生活用水，確保城市生活所需用水用電。



圖 9- 與日立公司接待人員合照



圖 10- 參訪日本柏之葉智慧社區內健康研究所



圖 11-日本柏之葉智慧社區內之健康研究所相關體適能檢驗設施



圖 12-日本柏之葉智慧社區設置健康研究所



圖 13-日本柏之葉智慧社區內提供社區內居民使用的室內空間



圖 14-日本柏之葉智慧社區內室內公共空間

(三) 2月7日行程

1. 國土交通省國土技術政策總合研究所

承蒙外交部亞東太平洋司、亞東關係協會、台北駐日經濟文化代表處經濟組、公益財團法人日本台灣交流協會東京本部等單位之協助，得以假公益財團法人日本台灣交流協會東京本部與該所進行交流。並由台北駐日經濟文化代表處經濟組何天賜秘書及交流協會總務部長田洋司副長陪同，該所計有榎村康史國土防災研究官、建築研究部石原晃彥建築災害對策研究官、建築研究部構造基準研究室主任研究官諏訪田晴彥博士、都市研究部都市防災研究室長竹谷修

一博士、住宅研究部住宅生產研究室室長布田健博士、道路構造物研究部道路地震防災研究室室長片岡正次郎博士、道路地震防災研究室今長信浩主任研究官等多位專家出席。交流主要內容如下。

(1) 對超過設想外力與複合性自然災害之危機管理

內容包括 A.建構超過設想外力與複合性天然災害之影響構造分析：收集歷史上巨大災害案例，依照災害之時間軸整理受到外力與受害、因應與復興之時間序列，整理成為影響圖；B.災害發生情境建構手法檢討：將不同領域受害依在地觀點加以連結，俾朝向可檢討在地之受害連結到基礎設施功能所發生障礙、對該區域所造成生活障礙或經濟障礙等連鎖影響，建構出「受害之連鎖樹狀圖」；C.災害風險與影響程度分析手法檢討：依照災害所造成障礙重大性、可能性及深刻程度加以評估，檢討災害所造成障礙重大性及操作選項實施困難度，整理對策優先性；D.超過設想外力與複合性天然災害之危機管理策略檢討：就所開發手法支援進行具體作業而編製工具；E.著重與洪水所形成複合性天然災害之基礎防災設施整備與管理檢討。

(2) 震災害避難模擬技術

係考慮地震發生時引發市區發生火災，為減少人員傷亡，針對火災發生時居民移動至避難場所之避難狀況透過電腦模擬加以確認。模擬系統主要內容包括 A.市區火災電腦模擬：以每一棟為資料單元，計算各棟建物出火時之延燒狀況；B.市區火災避難電腦模擬：使用「多元代理人」(multi-agent)模型推估火災發生時，居民從所在建物移動至避難場所之避難狀況；C.避難場所與避難路徑選擇，基本上選擇最為靠近之避難場所與避難路徑、於到達每個交差點時，再選擇一次避難場所與避難路徑、於到達避難場所時，若遇到火災逼近時，再進行避難；D.可用事前設定因建物倒塌致道路無法通行之狀況，刪除無法通行之路徑，模擬道路封閉下之避難行動；E.可按各個時段到達避難場所人數、已於避難場所避難中之人數、避難失敗人數加以輸出資料。依照計算結果可統計出各交差點、各道路於不同時刻之避難人數。



圖 15-會後於財團法人日本台灣交流協會東京本部與會人員合影



圖 16-於財團法人日本台灣交流協會東京本部交流討論情形

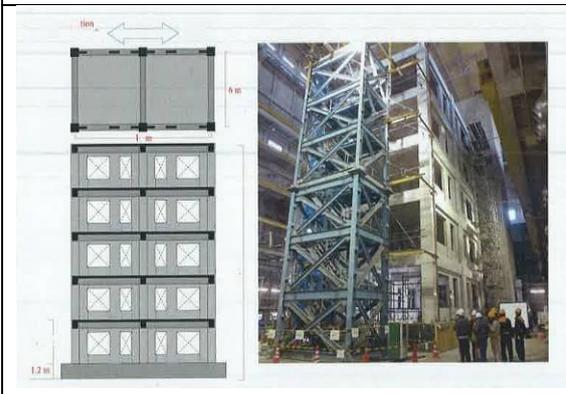


圖 17-國土交通省國土技術政策總合研究所於 2014 年進行實尺寸載重耐震實驗。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

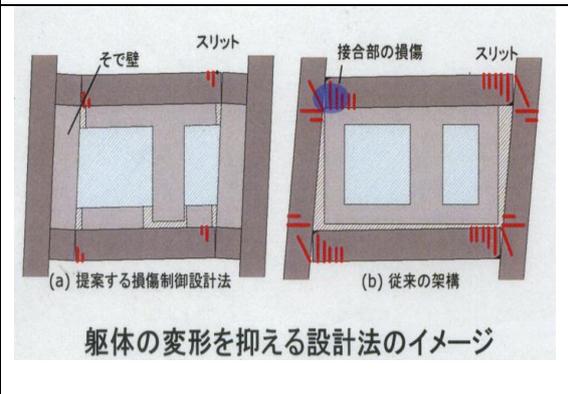


圖 18-抑制結構變形之設計方法。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

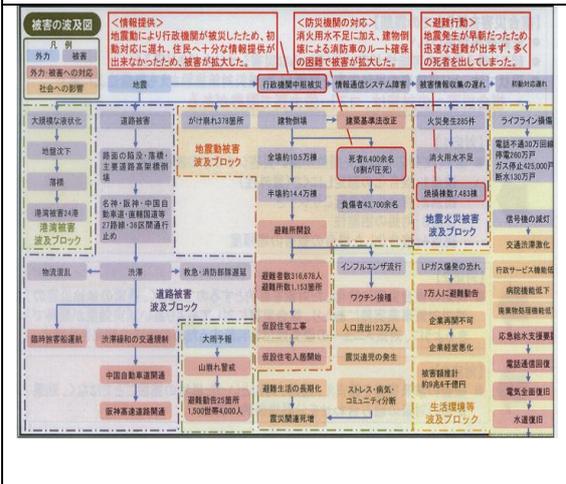


圖 19- 複合災害之被害影響關聯圖。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

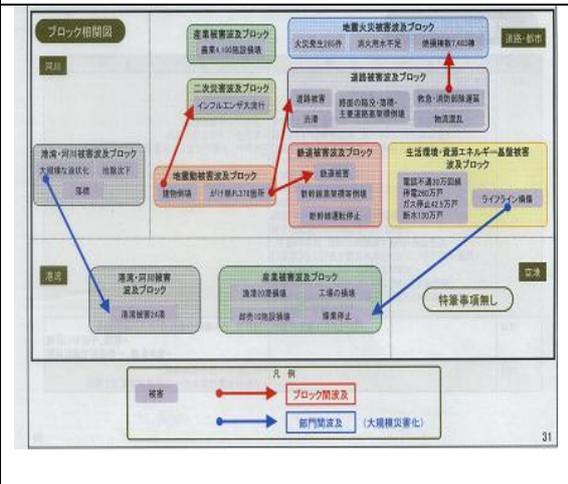


圖 20-複合災害之對不同設施之受害影響圖。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

(3) 建築物地震減災因應對策：

就災害據點建築物之機能維持技術進行說明。

A. 「開發災害據點建築物之機能維持技術—朝向地震、海嘯、龍捲風後仍可繼續使用之建築物」：為抵禦各種災害造成之外力，需要以低成本滿足災害據點建築物需具備機能，因而進行技術研發與研擬設計指針。內容包括開發可防止建物變形、天花板受損之構造手法、可對應海嘯之沖刷力、龍捲風夾帶旋轉物體之衝擊力的設計方法等，此等成果將彙整成「災害據點建築物設計指南」，以期普及在災後亦能發揮功能之韌性災害據點建築物。

B. 「開發災害據點建築物之機能維持技術—活用扶壁之鋼筋混凝土造建築物損害防止設計法」：就結構設計觀念由過去之「安全極限」提升為「損傷極限」，以期呼應社會對建築物於震災後仍能維持使用、就建築物因地震致功能劣化需快速回復等需求。過去以來之結構設計因扶壁（*buttress*）之性能評估複雜而未能納入，惟近年來評估方法相關研究有所進展。因而此研究構思出「立柱加上扶壁」之構造，並進行實尺寸建築物載重實驗研究，結果令人滿意。由於採用此種新型構造比起現行構造僅增加少許成本，故將納入以災害據點建築物為對象所研訂之「災害據點建築物設計指南」內。

2. 日本東京丸之內車站

下午參訪日本東京都丸之內車站，主要為瞭解該車站內外的無障礙設施設置狀況。

東京都丸之內車站位在日本東京都千代田區丸之內一丁目，為東日本旅客鐵道（JR 東日本）、東海旅客鐵道（JR 東海）、東京地下鐵的鐵路車站。不但是日本多條鐵道路線的起點站，也是東京主要的交通樞紐之一。

東京都丸之內車站於 1914 年建造，在車站建造階段，曾被冠以「中央車站」之名，並在落成典禮當天，被重新命名為「東京車站」。自此車站促進周遭商業區域的興盛，成為東京的中心地帶。這棟建築物已被指定為日本重要文化財。

由於歷史悠久，該車站經過大幅整修，於 2012 年 10 月整修完畢，恢復原貌，重現 100 年前的歷史風華。車站內、周邊及地下街是廣大的商圈，包括舉辦活動的廣場、購物區、咖啡店和餐廳等設施。

東京都丸之內車站建築物的結構以強化混凝土重新建造，而三樓外牆則以面磚修復。一樓與二樓原有的紅磚結構被加以保留，而外牆覆面則以面磚修復至其原始樣貌。還了使車站能承受大型地震，技術面上還加強其隔震的性能。作為日本重要公共建築物，無障礙的設置極為完善，同時將建築物及車站周邊路面一起考量，使旅客可以拖運行李搭乘交通工具。

在建築物內有完善的無障礙通路，包括室內通路走廊、室外通路、高低差處有坡道、無障礙廁所、無障礙電梯等。與台灣無障礙設施不同的地方，包括有專為視障者提供的無障礙電話、售票口及點字地圖。

整體來說，東京都丸之內車站無障礙設施完備，另值得學習的是該車站作為文化財，修建時重視原樣的保存，並增加隔震及構造的強化，可在車站內見到原站體與新設施並陳及再利用之特色。



圖 21-參訪日本東京都丸之內車站



圖 22-日本東京都丸之內車站外部立面

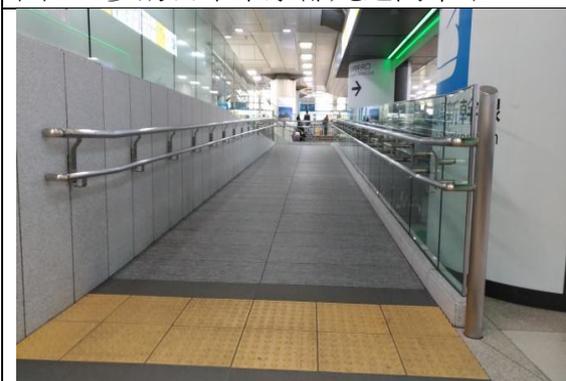


圖 23-日本東京都丸之內車站通往月台之坡道

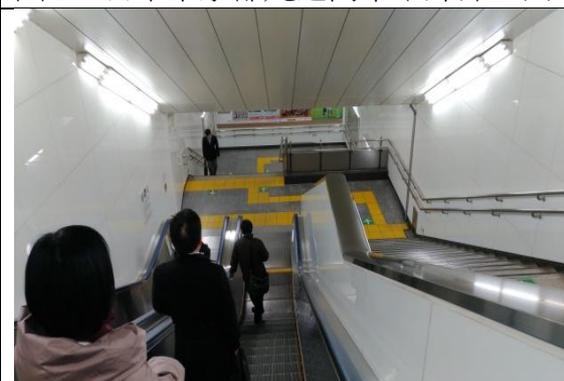


圖 24-日本東京都丸之內車站通往地下月台之電扶梯及導盲磚



圖 25-日本東京都丸之內車站無障礙廁所外之點字地圖

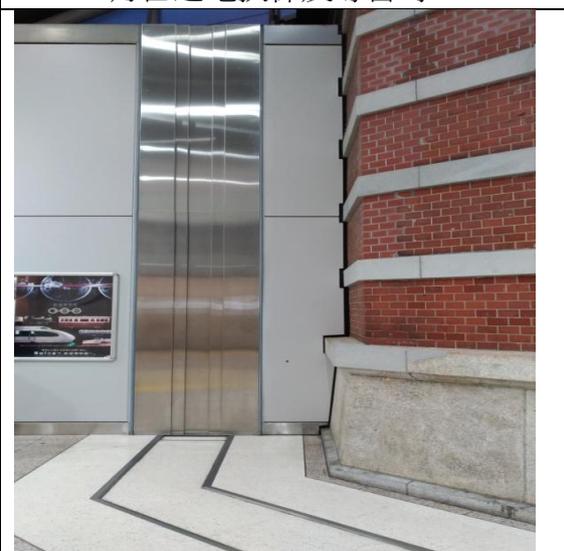


圖 26-日本東京都丸之內車站隔震設施，產生新舊界面的接合



圖 27-日本東京都丸之內車站內無障礙電話設備

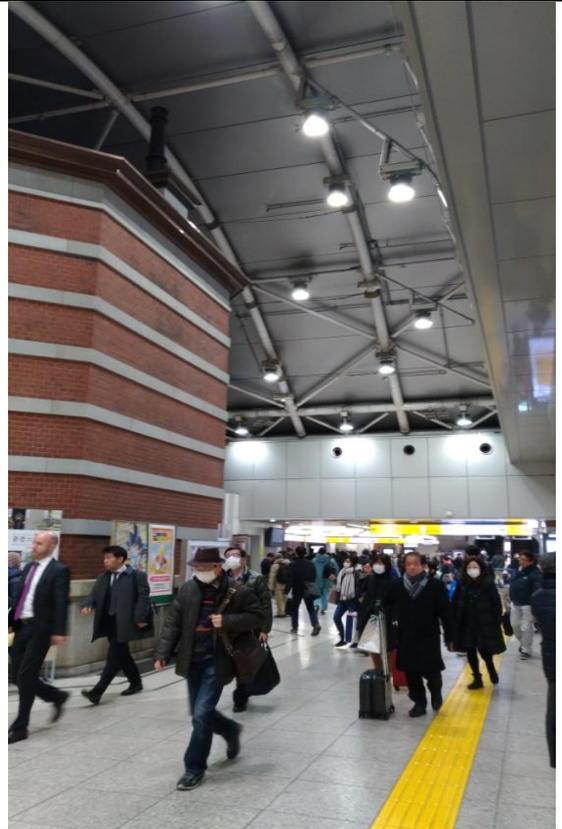


圖 28-日本東京都丸之內車站室內空間

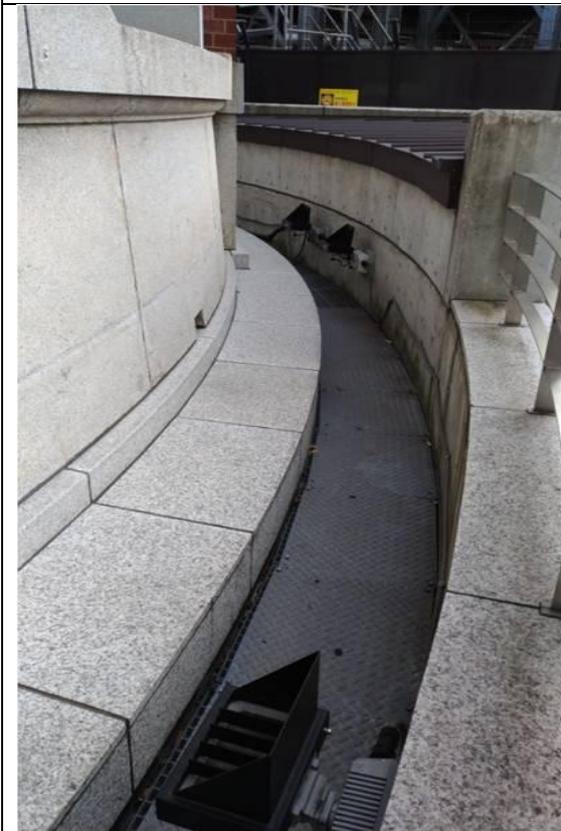


圖 29-日本東京都丸之內車站室外，建築與地面界面之隔震設施



圖 30-日本東京都丸之內車站無障礙廁所

(四) 2月8日行程

1. 株式會社富士通研究所

富士通公司所屬富士通研究所位於川崎市，本次由我國經濟部「台日產業合作推動辦公室」(Taiwan-Japan Industrial Collaboration Promotion Office, TJPO) 海老原信義顧問陪同拜會，並由該所網絡系統研究室主管研究員山下浩一郎博士及環編平台研究室鈴木貴久先生等代表接待。

簡報介紹富士通研究所與我國工研院資通所合作研發之自律型感測路技術防災系統。該系統為突破減災、防災系統實際能進行的監測範圍受到限制的現狀，達成大範圍資訊收集之目標，富士通研究所與我國工研院資通所合作開發之感測系統，能讓多個具有自行發電設備之小型感測器透過無線傳輸相互連結，經由自律型感測網路，在可能發生崩塌之地點進行資訊收集(例如位移、地下水位、土壤水分)，並可透過遠端遙控由控制中心發布指令予每一具感測器。

此系統之優點在於部份感測器電力不足或發生故障，整套系統仍然可藉由自律感測器點對點(node)間之無線傳輸而繼續正常運作。傳統監測儀器常因受限於有線線路設置受到地形地貌與植被阻礙，無法對監測範圍達成全面監控，惟自律感測器在設置上可因應地形地貌調整區位，只需電力正常供應且點位之間傳輸不受障礙物阻隔，系統仍可維持運作。此一感測網路並於我國苗栗國立聯合大學等地邊坡完成實證研究，目前此項合作開發計畫已告結束，研究成果已移轉至富士通總公司進行商品化運用。另其研發技術亦透過產學合作，由長崎大學工學院基礎設施延壽中心(Infrastructures Lifetime-Extending Maintenance Research Center)進行技術人員培訓。



圖 31-於富士通研究所與會人員合影



圖 32-於富士通研究所簡報討論情形
(之一)



圖 33-於富士通研究所簡報討論情形
(之二)



圖 34-於富士通研究所簡報討論情形
(之三)

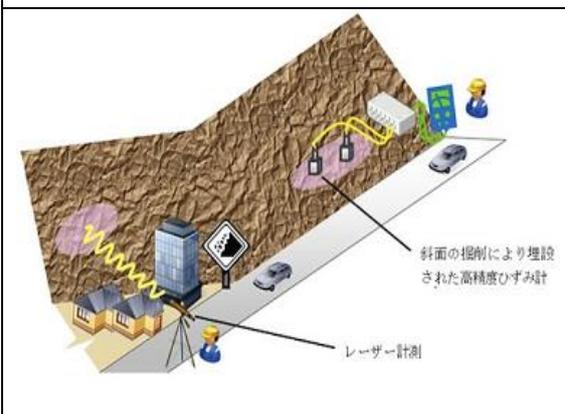


圖 35-傳統邊坡人工監測方式。(資料
來源：現場報告之簡報內容。)

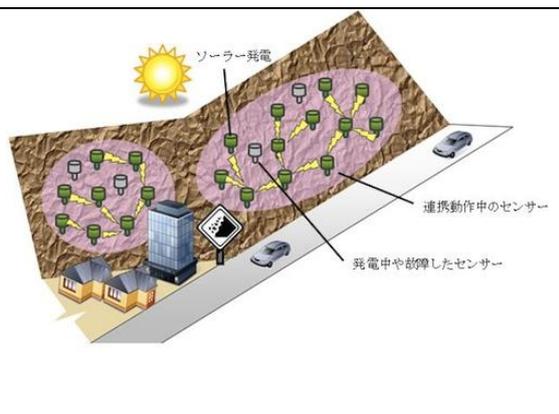


圖 36 自律型系統邊坡感測方式。(資料
來源：現場報告之簡報內容。)

2. 社會福祉法人銀翼

下午參訪社會福祉法人銀翼，由該機構的理事長石川公也先生及相關工作人員帶領大家參訪該機構的相關設施與設備。

社會福祉法人銀翼是位在東京都新富町車站附近的一間私有高齡福利設施服務機構，是一間優質的以社區為基礎的照顧福利機構。長期照護老人有 40 名，短期照護老人有 6 名，日間照護的有 34 人。該機構共 8 層樓鋼筋混凝土建築，總建築面積為 2,359.09 平方公尺。長期照護房間中，有 7 間是 4 人同房，6 間 2 人同房。短期照護房間中，有 1 間是 4 人同房，1 間 2 人同房。

該機構理事長石川公也先生說明日本因應未來高齡者照顧環境，引進外骨骼機器人，可以協助被介護者的搬移、換尿布、換床單及協助入浴的功能，該機構的設施是極為先進的。

在現場的參訪中可看到外骨骼機器人如何提供照顧人員去照顧高齡者，另外有些特別設施設備，包括非接觸床邊監測系統，該監測系統適用於老人與失智症者，防止他們在床邊跌倒；介護機器人可協助高齡者行走；機器人 Pepper

可教導高齡者作體操與運動，洗澡機可協助高齡者洗澡。



圖 37-理事長石川公也先生介紹社會福祉法人銀翼相關設施設備



圖 38-參訪社會福祉法人銀翼照顧機械人



圖 39-社會福祉法人銀翼內機器人 Pepper 教導高齡者作體操與運動



圖 40-社會福祉法人銀翼之洗澡機，可協助高齡者洗澡



圖 41-協助照顧人員去照顧高齡者之外骨骼機械人



圖 42-照顧機械人可協助高齡者步行與復健

(五) 2月9日行程

從日本東京丸之內車站搭乘新幹線前往廣島，入住預訂的旅館，並準備隔天前往廣島縣政府相關的訪談資料。

(六) 2月10日行程

拜會廣島縣土木建築局砂防課，擬瞭解廣島縣政府如何制定針對土砂災害警戒地區、特別警戒地區之指定及其基礎調查結果之公告與說明等機制，

以供作臺灣坡地防災管理之借鏡。本次由該局土砂法指定推進部門淺岡英二參事、山根大史主任代表接待。

日本廣島縣與土砂災害防止法修訂有極深之淵源。於 1999 年「6.29 廣島豪雨災害」，中央政府於 2001 年制定「推動土砂災害警戒區域等土砂災害防止對策相關法律」（簡稱為「土砂災害防止法」），復因 2014 年「8.20 廣島豪雨災害」，中央政府當年即修正該法部分條文。

廣島縣自 2003 年起，開始進行土砂災害警戒區域之調查劃設與公告，直至 2017 年 2 月共計已公告土砂災害警戒區域 17,560 處，特別警戒區域(對建築物及居民生命身體具顯著危害之區域) 15,839 處。警戒區域劃設程序如下：

1. 實施基礎調查：依據「土砂災害防止法」第 4 條規定，都道府縣應約每五年進行一次指定土砂災害警戒區域，以及指定土砂災害特別警戒區域，與實施防止土砂災害所需對策之必要的基礎調查（包含有陡坡崩塌等發生之虞之土地相關地形、地質、降雨等狀況，以及有土砂災害發生之虞之土地利用狀況及其他相關事項的調查）。基礎調查進行方式為：A. 周知居民（包括於縣府網站刊登訊息、運用市町村等自治團體之公關報刊登訊息、對當地代表（如町內會會長等）進行說明、對將納入現地調查土地範圍內之各住戶致送調查說明資料；B. 進行基礎調查（現地調查、區域設定等）；C. 基礎調查結果公告周知（於縣府網站刊登訊息）；D. 基礎調查結果公開閱覽；E. 對將納入現地調查土地範圍內之各住戶致送調查說明資料等。

2. 於基礎調查後指定土砂災害警戒區域、特別土砂災害警戒區域：有土砂災害之虞區域指定為「土砂災害警戒區域」（圖面上標示為黃色區域）、有建築物受損或對居民造成嚴重影響之虞區域指定為「特別土砂災害警戒區域」（圖面上標示為紅色區域）。可要求「特別土砂災害警戒區域」內之土地需經許可方能開發、建物需經結構審查，並得要求有受災損壞之虞建物住戶搬遷等管制措施，惟就搬遷之情形，政府將提供部分費用補助。另外，位於警戒區域（黃色或紅色區域）土地可減徵不動產稅；並要求於買賣時，賣方對此有告知義務。

3. 基礎調查結果公布：都道府縣應將基礎調查結果通知相關市町村長、都道府縣應將基礎調查結果公告周知、詢問相關市町村長意見。

4. 縣府公報刊登指定土砂災害警戒區域、特別土砂災害警戒區域之內容。

據了解廣島縣依據土砂災害防止法指定土砂災害警戒區域、特別土砂災害警戒區域及公布基礎調查結果時，時有居民反彈，但經強調係依法為保障

民眾安全所劃設，並與當地居民多方溝通協調而逐漸獲得理解



圖 43-於廣島縣土木建築局砂防課簡報討論情形



圖 44-於廣島縣政府前合影

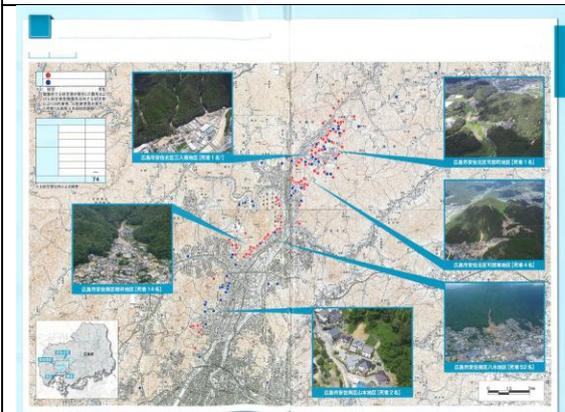


圖 45-廣島豪雨災害分布位置圖。(資料來源：現場報告之簡報內容。)



圖 46-廣島豪雨災害造成災害狀況。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

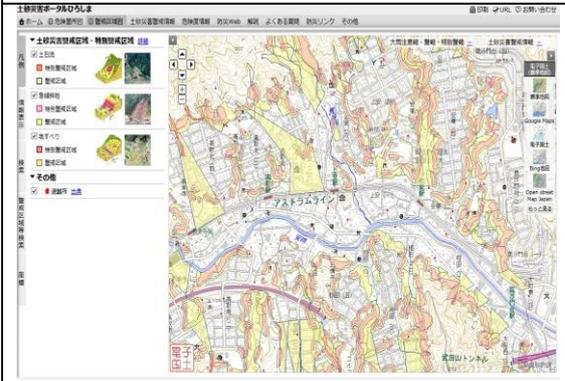


圖 47-廣島縣土砂災害資訊平台。(資料來源：現場報告之簡報內容。)



圖 48-廣島縣土砂災害狀況-原設定避難處所位置需重新檢討。(資料來源：現場報告之簡報內容。)

(七) 2月11日行程

本日由日本廣島出發回到臺灣，於上午 7 點在日本廣島國際機場航廈 Check-In，日本時間上午 9 時起飛，於臺灣當地時間上午 10 時 50 分抵達桃園國際機場。

參、考察心得

一、應學習日本建築物無障礙設計標準制定與設置之精神

本次考察日本國立研究開發法人建築研究所，並參訪東京都丸之內車站過程中，見到日本國立研究開發法人建築研究所透過建築法規研究與實驗室建立相關科學數據，提供給日本國土交通省制定相關法規。同時該所針對 2020 年日本東京奧運的來臨，與時俱進修正「高齢者、障害者等の円滑な移動等に配慮した建築設計標準」，以符合屆時大量來日本觀賽之行動不便者需求。另外該所透過實驗室建置，進行人體工學及相關通用設計環境的實驗，注重基礎研究累積實驗數據，提出符合日本在地的人體工學數據，作為擬定相關設計規範、標準之依據，值得我國參考學習。此外，該所研究範疇並不侷限於建築硬體設施面之研究，以住宅及都市研究組而言，擴及到社區空間營造之軟體管理面之研究，例如推動高齡化社會之社區營造，可供未來參考。

另外，在日本東京都丸之內車站之參訪中，可以看到該車站重視交通場站建築與周邊整體環境無障礙的建構，除了在車站內具備完善的室內通路走廊、室外通路、坡道、無障礙廁所、無障礙電梯，車站內部與周邊道路的界面皆非常平順，並且無障礙環境重視視障者需求，提供完善的點字設備與語音服務，值得我國學習。

日本為因應超高齡社會來臨，將無障礙設施設置之思考層面擴大，對身體障礙者權益的維護擴展到智能、精神、發育等方面的障礙者皆納入適用對象範圍，同時對高齡者之使用行為特別注意。分析日本與我國建築物無障礙法令制度不同之處，在於日本將原特定建築物和交通無障礙設施之設置，擴展到道路、戶外停車場、都市公園等，並由原先進行無障礙空間化之重點對象區域擴展至無設置旅客設施的區域。此與我國現行將建築、公園、道路無障礙設施各自獨立改善及設置之思維不同。

至於日本建築物無障礙法規之特殊性在於以「促進高齢者、身障者等順暢移動之法律」為母法，如同在參訪中所提的，該母法共 64 條，整合建築、道路、公園、車輛、補助之措施。再從相關子法細訂母法所規定之內容，其思維與我國以「身心障礙者權益保障法」第 57 條作為建築及活動場所無障礙環境改善之母法不同。至於日本建築物無障礙設計標準之依據源自「顧慮到高齢者、身障者等順暢移動之建築設計標準」，該標準分成「顧慮到高齢者、身障者等的建築物整備促進」、「單位空間等之設計」、「設計案例集」、「基本尺寸等」等，標準之內容強調建築物整體計畫概念、重點、各種用途的檢查重點、災害時避難、引導設施等內容，另該標準強調無障礙整體設計重點，其關切點放在通用環境的考量與整備上，設施設置多樣性。未來我國思考如何進行建築、道

路、公園空間無障礙環境制度之整合，可以日本之制度做為參考。

我國未來應該重視推動建置地域性「高齡者身心無礙之社區生活圈」思維，統整規劃建築物、騎樓、人行道與都市公共設施等，去除空間行動障礙，提升國內高齡友善品質。另外，應跳脫過去僅偏重處於肢體障礙高齡者之需求，重視特殊身障者，如聽障及視障者及認知障礙者之行為模式，延伸以個人行動及居家生活等輔具，強化補足居家環境場所空間與使用者介面的聯繫，將醫療與照護服務及科技與硬體環境配合，以更全面、更細緻的研究及推動高齡安全安心生活環境。並加強進行人體工學計測研究、行動不便者及失智症者行為調查。

二、未來應加強智慧設施設備導入高齡友善環境之研究

從日本社團法人銀翼的參訪過程中，可見到該機構透過機械人進行高齡照護，外骨骼機器人可協助照顧人員照顧高齡者，並有特殊設備，協助高齡者床邊監測、教導高齡者作體操與運動及洗澡等。

另在日本柏之葉智慧社區參訪中，可見到該案最大特色是針對超高齡社會來建置環境，最重要的智慧化設施是地區能源管理系統(AEMS)。同時，柏之葉智慧社區是由政府、民間、學校聯合經營，規劃主題為環境共生、健康長壽、創新產業，以創造安心、安全、永續智慧城市。從參訪看到實質建築物與戶外環境設計，及為居民提供健康支援設施等內容，能夠帶動創新產業及活絡地區目的。值得我國學習。

從參訪的案例中可見到環境建置與科技整合之趨勢，未來應加強智慧設施設備導入高齡友善環境之研究，重視亞健康高齡者、聽障、視障及認知障礙者之行為模式，探討居家生活輔具，將醫療與照護服務及科技與硬體環境配合。

國內現行有《CNS 15390 身心障礙者輔具—分類與術語》標準及輔具「主要任務功能」分類，建議未來可朝探討「個人行動輔具」、「居家生活輔具」、「住家及其他場所之家具與改裝組件」如何補足居家及活動場所空間與使用者介面的聯繫，讓環境之設計與建置更能符合高齡者生活便利需求，甚至將現有的醫療與照護服務政策及科技應用適當的硬體環境配合，以發揮更大之整體效益。

三、推動智慧科技應用於都市及建築防災俾提升災害韌性之相關研究

呼應國家發展委員會研提「Taiwan 2020(創意臺灣)政策白皮書」內「智慧國土」構面計畫，智慧國土係以國土的永續價值為出發點，運用網路智慧，建立人、環境及社會三個面向的互動關聯，推動以 ICT 為基礎，建立高度感知

(Instrumented)、網路(Interconnected)及智慧(Intelligent)策略整合架構，並透過災防領域的具體實踐，落實永續發展。國內於歷經多次的巨大天然災害後，採取「遠離災害、躲避危險」為最高防災指導原則，在無法改變環境的態勢下，平時就需掌握所有環境的基本資料與監測變異，在災害來臨前提早提出警告，使民眾得以及時因應，以降低災害造成生命財產的威脅。自參訪株式會社富士通研究所可看到智慧科技與防災結合運用已成為未來防災科技發展之趨勢，且未來需仰賴智慧科技研發人員與都市建築防災研究人員以跨領域合作方式進行，惟需雙方建立可相互理解之共通基本技術知識，以利技術整合。另外，防災智慧科技研發初期即宜考量技術應用之成本課題，以利推廣普及應用。

四、以提升第一線人員解決問題之技術能力為目的進行相關研究，並推動跨部門之整合性災害研究

自與國土交通省國土技術政策總合研究所交流獲悉，該所防災研究業務涉及建築研究部、都市研究部、住宅研究部、道路構造物研究部等部門，其組織及人力相較本所更為充裕，研究內容及分工更為細緻。另其組織任務與本所相似，皆注重應用性研究，並以研究產出規範、標準、指南、手冊等制度化成果為主要目的。就本次交流所見該所進行跨組織部門之整合性災害研究，並以「可資提升第一線人員解決問題之技術能力」為軸，針對過去之重大災害進行大型調查研究，跨部門動用所內研究人力及資源，加上中央、地方政府相關單位協助，不畏艱難持續數年累積相關調查研究資料，並完成綿密之災害因果關係體系與影響程度分析等項成果，係其他單位無法達成且極具參考價值之研究成果，頗值得吾人學習。

五、推動具有法令基礎之山坡地社區管理制度相關研究

於參訪廣島縣政府土木建築局砂防課所見，於中央政府指導下，廣島縣政府就指定土砂災害警戒區域、特別警戒區域，及其基礎調查結果之公告與說明等機制，已建立完整之操作程序，惟於實際依法指定土砂災害警戒區域、特別土砂災害警戒區域及公布基礎調查結果時，仍時有居民反彈。雖有法令依據，尚需須與當地居民進行災害風險溝通方能逐漸獲得理解，此亦值得吾人未來推動山坡地社區自主管理制度研究時參考。另日本就納入警戒區域內之土地除有開發管制、建物結構審查等強制措施外，並對有搬遷之情形，政府提供部分費用補助。另外位於警戒區域土地可減徵不動產稅，並要求於買賣時，賣方對土地位於警戒區域之情事有告知義務。推動具有法令基礎之山坡地社區管理制度相關研究，並應納入管制手段、財政補助及不動產交易資訊揭示義務等項實施工具，以期發揮成效。

肆、建議事項

- 一、建議針對先進國家身心無障礙環境法令進行研究。人口快速高齡化是先進國家普遍面臨的問題，美、英、日本、西歐、北歐各國，甚至南韓、新加坡等均因應其國情、社會制度來調整無障礙環境相關法規。我國於 107 年將進入高齡社會，因應先進國家身心無障礙環境法令趨勢與時俱進，應加強針對先進國家無障礙環境法令進行研究。
- 二、建議針對智慧設施設備導入高齡友善環境進行研究，以健全國內高齡照護環境。由於高齡者之五感及身體老化會引發相關退化現象，包括肢體障礙、視覺障礙、聽覺障礙、器官障礙、認知障礙、精神障礙、認知障礙等，應針對智慧設施設備導入高齡友善環境進行研究，以創造符合高齡者使用之優質無障礙環境。
- 三、推動智慧科技應用於都市及建築防災俾提升災害韌性之相關研究。平時掌握各種環境基本資料與監測變異狀況建立觀測資料庫，設定設施警戒基準，透過大數據分析結合智慧科技傳輸訊息給民眾，俾利於災前預警降低災害風險。
- 四、因應第一線人員需求推動都市及建築災害韌性之相關研究。自過去之巨災經驗汲取防災知識，由系統觀點進行跨部門之整合性災害研究，找出既有防災對策、基準等項缺失，提出改善建議，以協助第一線人員提升解決問題之技術能力。
- 五、推動具有法令基礎之山坡地社區管理制度相關研究。坡地社區建築及使用安全管理制度建構需具備法令依據，以法令之強制力再加上開發建築管制、財政補助、災害風險溝通及交易資訊揭示等項機制，方能發揮功效。

伍、附錄

- 一、日本國立研究開發法人建築研究所簡報資料（Outline of BRI）
- 二、土砂災害建築管制簡報資料
- 三、地震避難模擬技術簡報資料

Research and Development to support the Government

Outline of BRI



Masashi, MORI (森 正志)

Coordinator for International Research Cooperation

1



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

What is BRI ? (1)

The Building Research Institute (*BRI*) is
a public research institute managed
as a National Research and
Development Agency.

The *BRI* was established

- to bring sound and orderly development
to the housing, building and urban
community
- by enhancing various technologies
related to housing, building and urban
planning.

2



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

What is BRI ? (2)

The *BRI* has been mainly conducting

- “**R&D**” (research and development) and
- **international training programs** on seismology and earthquake engineering.

The *BRI* has been carrying out

- **technological guidance** to other organizations, as well as
- **data dissemination** and **worldwide cooperation work**.

It aims to maximize the results of R&D in order to contribute to the stable development of national economy and public.

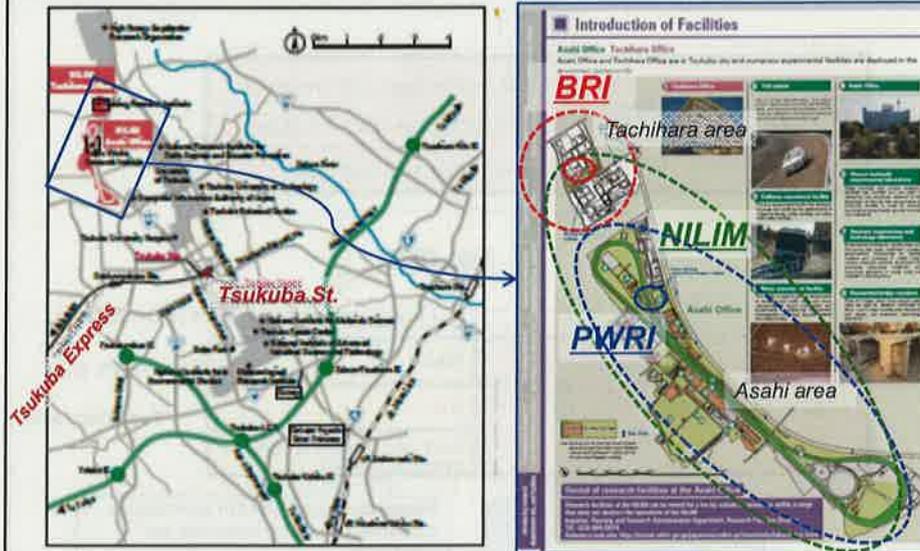
3

Location of BRI (1)



4

Location of BRI (2)



5

Corporate History of BRI (1)

Dec. 1942 **Building Research Section**, Building Department, Minister's Secretariat, **Ministry of Finance**

Apr. 1946 **Institute of Technology** under the Jurisdiction of the **War Damage Reconstruction Authorities**

July 1948 **Building Research Institute**, **Ministry of Construction(MOC)**

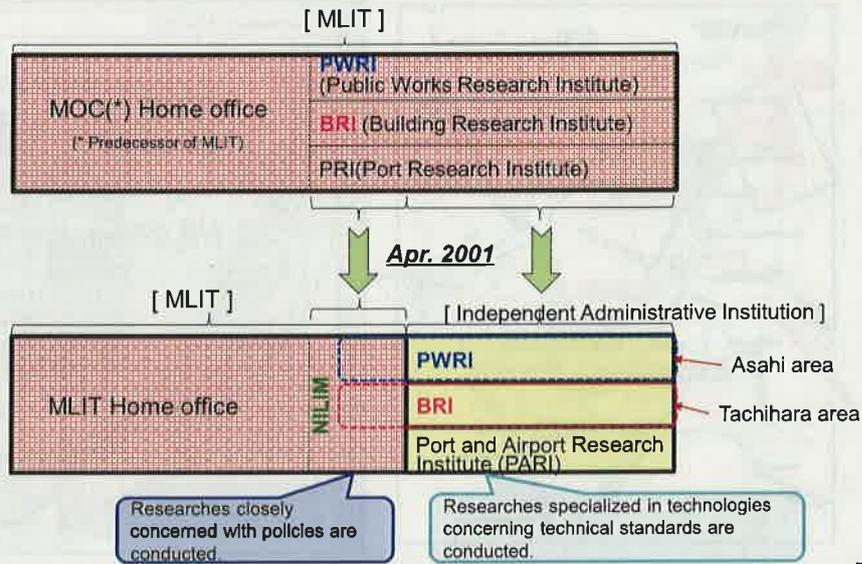
Apr. 1979 Relocation from Tokyo to **Tsukuba**

Apr. 2001 The BRI, **Incorporated Administrative Agency** (Reconstitution of national research institutes, including establishment of **NILIM**), (MOC → MLIT)

Apr. 2015 The BRI, **National Research and Development Agency**

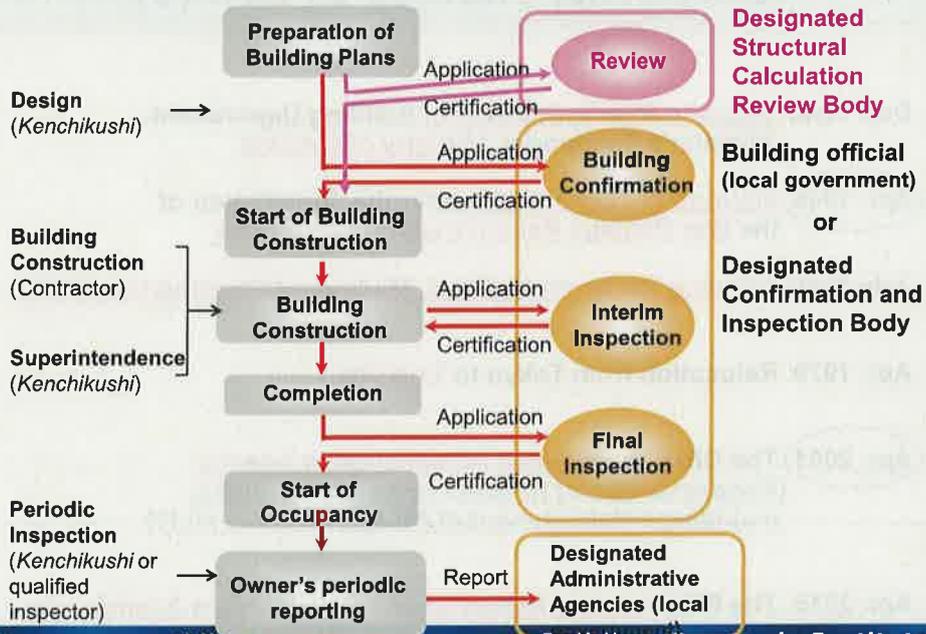
6

Corporate History of BRI & NILIM(2)



7

Building Regulatory Procedures in Japan



Standards Related to the Building Regulations

The BSL is the primary law concerning building codes. Other laws concerning building codes and related fields are shown in the table below.

Building code items and related fields		Restrictive laws (Requirements are mandatory)	Promotional laws
Fire safety	Fire extinguishing equipment, etc.	Fire Service Law	
	Fire-resistance, evacuation, etc.	Building Standard Law	
Structural safety			Seismic Retrofitting Law
Hygienic safety			Building Management Law
Accessibility			Barrier-free Law
Energy saving			Energy Saving Law



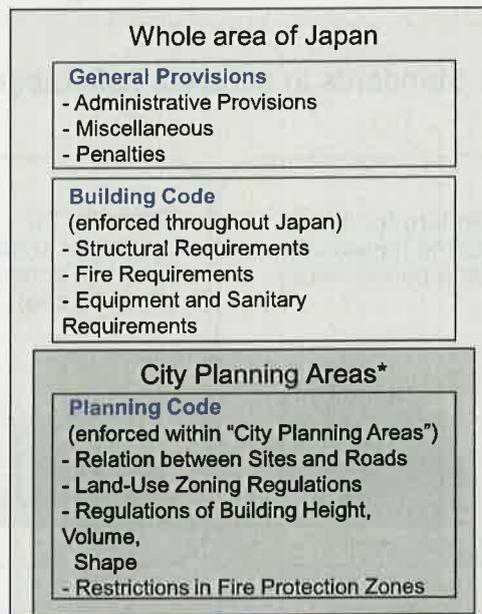
国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

Composition of the Building Standard Law of Japan

(Purpose)
Article 1. The purpose of the Building Standard Law (BSL) is to safeguard the life, health, and property of people by providing *minimum standards* concerning the site, construction, equipment and use of buildings, and thereby to contribute to the furtherance of the public welfare.

*City Planning Areas;
99,873 km², 26% of total land (as of March 2007)



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

Outline of the Building Standard Law (BSL)

1. Standards to secure safety and sanitation of buildings

Earthquakes,
typhoons, snow, etc.

Standard for
structural safety -



- of buildings

Prevention of spread of
fire and collapse of
building, installation of
evacuation facilities, etc.

Standard for fire
safety -



- of buildings

Natural light, ventilation,
water supply and
sewage system,
sanitation, etc.

Standard for hygienic
safety -



- of buildings

Outline of the Building Standard Law (BSL)

2. Standards to secure a safe urban environment

Standard for a site
abutting a road of more
than a certain width



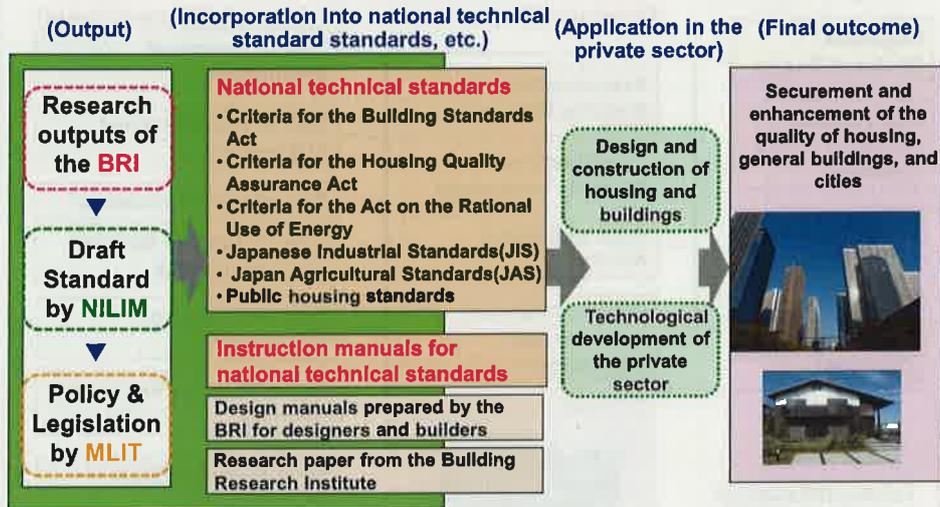
Standard for
buildings in each
land use zone (under
city planning)



Standard for regulations;
• floor area ratio
• building coverage ratio
• building height



Application of Research Outputs (Roles and Function of BRI & NILIM)



13

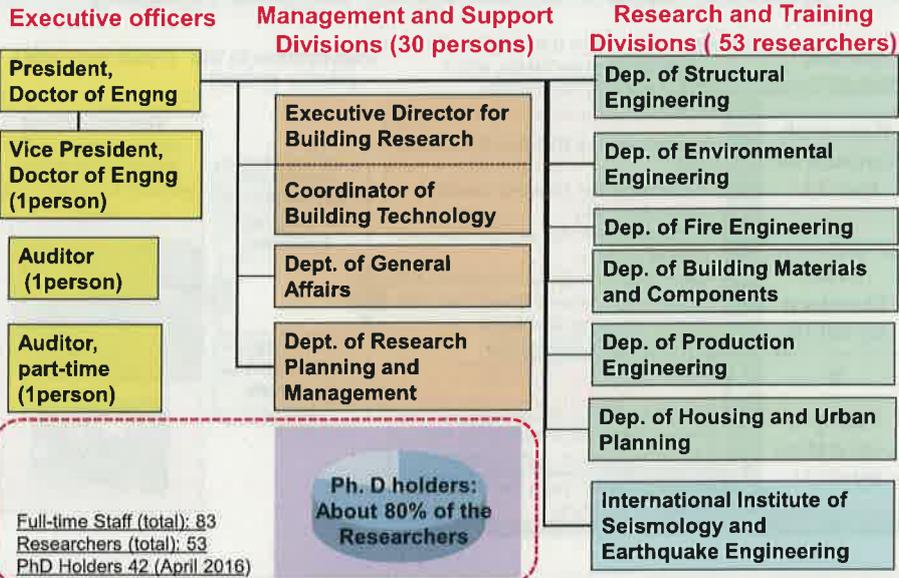
Outline of the Building Research Institute (BRI)

Missions, Organization, Research & Facilities

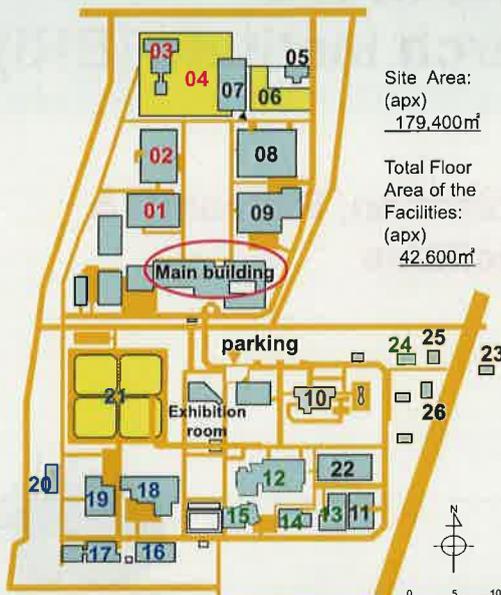


14

Organization of the BRI (As of April 2016)



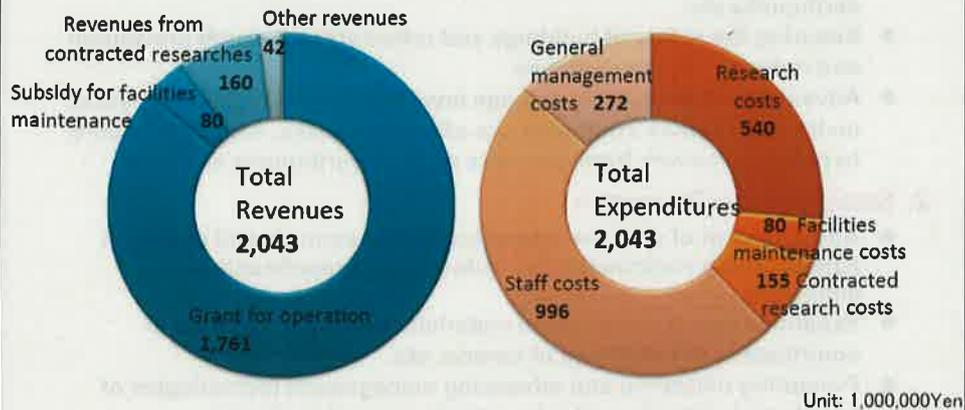
Experimental Facilities



- 01 Fire Research and Test Lab.
- 02 Full Scale Fire Test Lab.
- 03 Fire Wind-Tunnel
- 04 Fire Test Field
- 05 Building Systems Lab.
- 06 Construction Test Field
- 07 Structural Composite Test Lab.
- 08 Large Size Structure Lab.
- 09 Structural Testing Lab.
- 10 Wind and Rain Test Lab.
- 11 Building Foundation and Ground Lab.
- 12 Environmental Research Lab.
- 13 Lab. For Cross Ventilation
- 14 Building Equipment Lab.
- 15 Acoustic Lab.
- 16 Creep Test Lab.
- 17 Test Lab. for Environment Conscious Materials
- 18 Building Materials Lab.
- 19 Building Element Lab.
- 20 Composite Materials Lab.
- 21 Outdoor Exposure Site
- 22 Universal Design Studio
- 23 Multi-Purpose Lab.
- 24 LCCM Demonstration House
- 25 2X4 Experimental Building
- 26 CLT Experimental House

Budget of the BRI

Initial Budget for FY 2016



Missions and Roles of the BRI

- 1. Research and development on building technology**
 - Earthquake resistance
 - Fire safety
 - Saving energy and CO₂
 - Improvement in habitability in relation to housings, buildings and cities
- 2. Experimental test and support for technical criteria**
 - Building Standards Code
 - Housing Quality Assurance Code
 - Code on the Rational Use of Energy
 - Other codes and public standards
- 3. Contribution to construction of safe, healthy, comfortable and sustainable societies**

Research and Development Objectives

(Objectives from 2016 to 2021 assigned from
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)

1. Safe and Secure Program

- Ensuring structural safety of buildings through prevention of damage and collapse due to natural disasters such as huge earthquake etc.
- Ensuring fire safety of buildings and urban areas through prevention and reduction of fire damages
- Advancement of building damage investigation and establishment of methods to secure continued use after earthquake, which contribute to prompt recovery from disasters such as earthquake and fires

2. Sustainable Program

- Advancement of effective use of building resources and energy in harmony with environment for reduction of greenhouse gas emissions
- Expanded use of wood-based materials in the building field to contribute to the shortage of carbon, etc.
- Promoting utilization and advancing management technologies of housings, buildings, and urban stocks corresponding to depopulation, birthrate decline and aging population

19



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

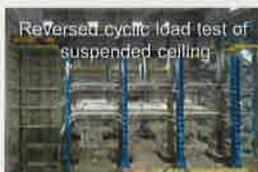
Safe and Secure Program

Background

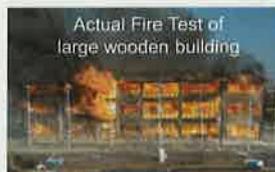
- In Japan, there are many causes of disasters, such as massive earthquake, including “the Nankai Megathrust Earthquakes”, and fire, etc.

Research and outcome into society

- Development of the seismic performance evaluation method for ultimate limit state of steel buildings until beam fractures and collapse against huge earthquake more than the current seismic design level
- Development of performance-based design methods for new materials and spaces to realize fire safety of large wooden buildings and life safety of elderly or disable people
- Development of seismic design methods for structural systems with post-earthquake functional use and quick seismic inspection methods for damaged buildings



Reversed cyclic load test of suspended ceiling



Actual Fire Test of large wooden building



Structural test of Full-sized 5-story RC building

20



国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

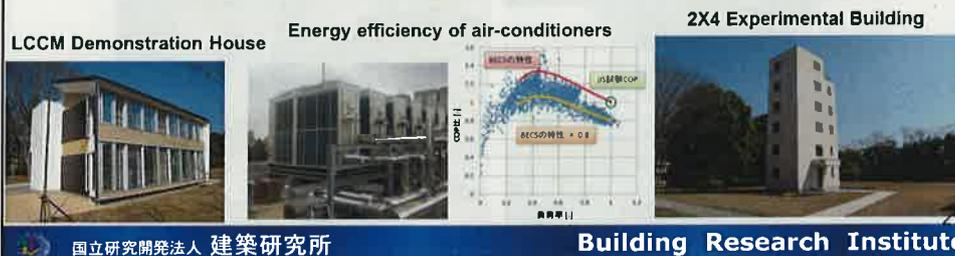
Sustainable Program (1)

Background 1

- To avoid economically and socially significant impacts caused by climate changes, etc.

Research and outcome into society 1

- Constructing and sophisticating of the energy-saving performance evaluation method in harmony with environment
- Developing the clarification of the technical standards of the timber structure and materials to disseminate and generalize the safe and rational mid and high-rise, large-scale timber buildings



Sustainable Program (2)

Background 2

- To deal with challenges regarding housing / urban management and labor shortage in the construction industry, etc.

Research and outcome into society 2

- Developing a new technology for degradation-evaluation of RC building envelope and analyzes reinforced corrosion in building
- Creating guidelines for making “third places” and local activity hubs for elderly people through utilizing vacant houses and spaces
- Considering the productivity improvement scenario which corresponds to middle-term construction –work- environmental change and developing informatization and work saving technology necessary to the scenario



Training in the ISEE

(International Institute of Seismology and Earthquake Engineering)

- In 1962, the BRI started providing the training courses for trainees from developing countries, in order to contribute to improvement of countermeasures against earthquake disasters in the world.
- Present training courses: Seismology course, Earthquake engineering course, Tsunami Disaster Mitigation course and Latin American course.
- The number of trainees reached **1,714** from **100** countries



23

Large Size Structure Laboratory

- Deformation in a building by seismic force can be simulated with 21 hydraulic jacks.
- A structural specimen equals to a seven-story building with a floor area of 400 m² at maximum. It is **the world's largest scale.**

Full-sized 5 story
RC building →



24

LCCM(Life Cycle Carbon Minus)House (1)

LCCM house is defined as a house in which **emitted CO₂ in its lifecycle is less than CO₂ reduced by renewable energy generation.**
 The LCCM Demonstration House was built to verify the definition experimentally.

PV panels, 8kw and solar heat panels, 6 m²
Large, south-facing windows
Parabolic walls to collect light and wind
Use of local timber
Use of slag cement and concrete

Ventilation towers
Multiple LED lights
Energy-efficient air conditioners
Wooden louvers for sunshade
Energy-efficient hot water supplier (heatpump or fuel cell)

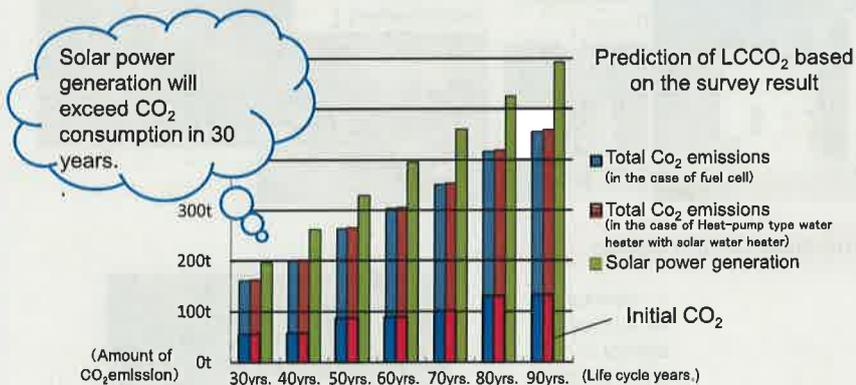
Winter mode
 A sunroom is created with the windows closed.

Summer mode
 The veranda under the eaves is treated as an outer space with open windows.)

25

LCCM(Life Cycle Carbon Minus)House (2)

Result of predicting amount of CO₂ emission and reduction in LCCM Demonstration House



- Architectural Institute of Japan's calculation software "AIJ-LCA&LCW-Ver.5.00.xls" will be used for calculation of LCCO₂
- Energy consumption during the use of building includes consumption by home electronics, cooking equipment in addition to air conditioning, ventilation, hot water supply, and lighting.
- Building total floor area: 143 m² / CO₂ emission factor: 0.561 (kg-CO₂/kwh)

Various Facilities in BRI (1)

Fire Research and Test Laboratory



↑ Horizontal furnace
← Vertical furnace for columns

Full Scale Fire Test Laboratory



Fire Test on Office Room ↓



Fire Wind Tunnel



← Fire spread between model buildings

27

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

Various Facilities in BRI (2)

Building Systems Laboratory



Automatically Construction Robot ↓



Seismological Training Laboratory

Displayed seismometers ↓



Universal Design Studio

← Verification for evacuation activity in emergency

Verification experiment on a toilet booth →



28

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

Various Facilities in BRI (3)

Structural Testing Laboratory



←
BRI-type
horizontal
loading
machine

Wind and Rain Test Laboratory



←Wind and rain
simulator



Tornado-like wind
simulator→

Building Foundation & Ground Laboratory



←
Large-
scale
shear
box

↑Large-sized cyclic triaxial apparatus

Structural Composite Test Laboratory (Wooden Structure Laboratory)



Reaction wall
and slab →

Various Facilities in BRI (4)

Environmental Research Laboratory

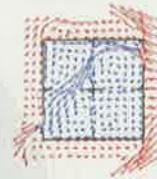


↑ Subjective
Experiment under
the Artificial Sky

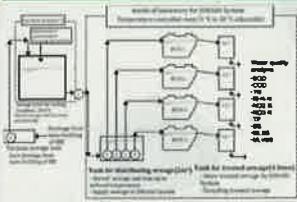
Test Facility for
Ventilation System↓



Laboratory for Cross Ventilation



Building Equipment Laboratory



←
Evaluation
Equipment
for JOKASO
System

Performance evaluation equipment for JOKASO System

Acoustic Laboratory



← Anechoic Room
(Diffusers ↓)



Various Facilities in BRI (5)

Creep Test Laboratory

Creep Test of Timber Joints ↓



Environment Conscious Materials Test Laboratory



↑ Programmable chamber
Dynamic loading-deformation testing machine →



Building Materials Laboratory



Mixing plant →



Outdoor Exposure Site



Test of Light-weight-concrete →

→
Test of Coated Metals



31

Thank you for your attention



土砂災害に係る建築規制

1 災害危険区域内

- 条例で津波, 高潮, 出水等による危険の著しい区域を指定 (建築基準法第39条)
- 広島県では県条例第4条により, 急傾斜地崩壊危険区域を指定
- 安全上支障ない場合を除き, 住宅の建設を原則禁止
- 対象とする土砂災害 **がけ崩れ**

2 がけ付近

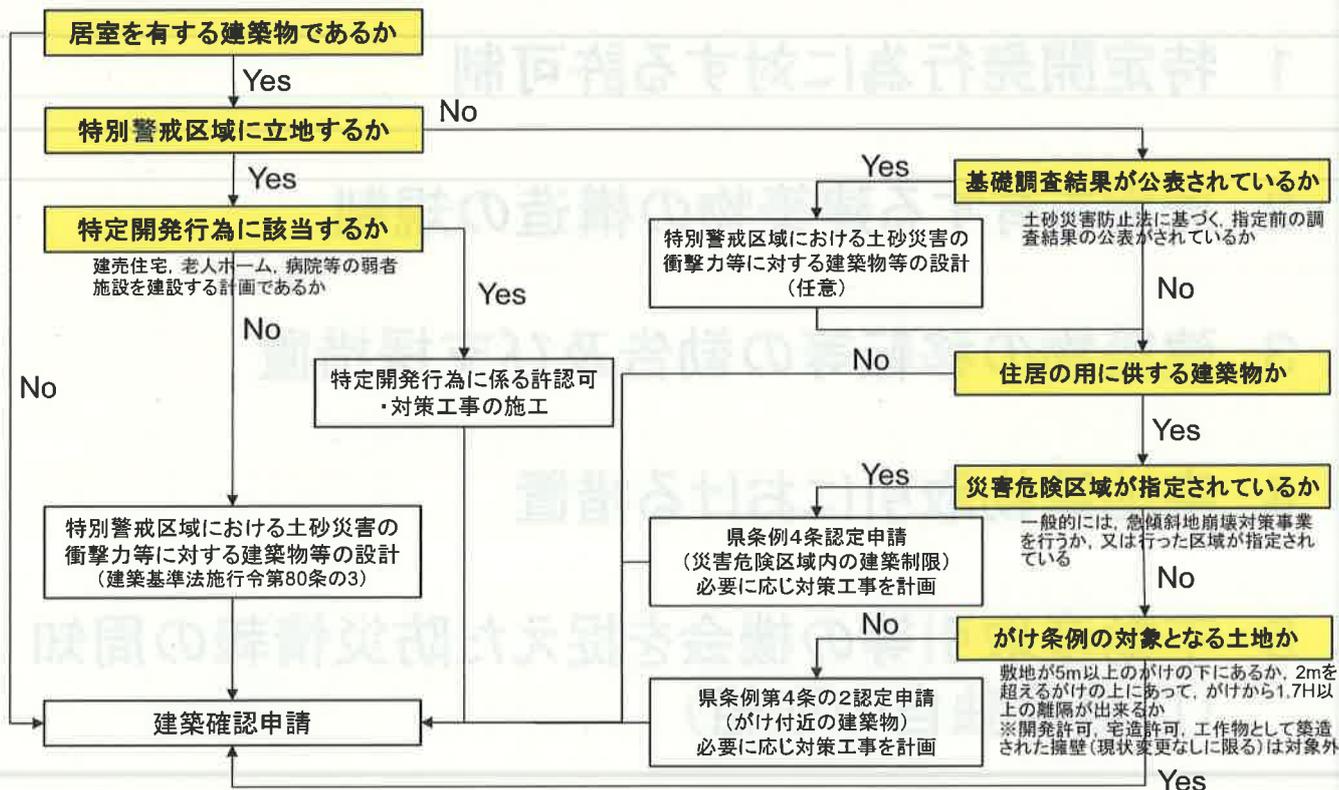
- がけ崩れ等の被害が想定される場合, 安全措置を規制 (建築基準法第19条第4項)
- 広島県では県条例第4条の2(がけ条例)により, がけからの離隔距離を規制
- 安全上支障ない場合を除き, 離隔距離以内での住宅の建設を原則禁止
- 対象とする土砂災害 **がけ崩れ**

3 土砂災害特別警戒区域内

- 特別警戒区域内の居室を有する建築物の構造方法を規制 (建築基準法施行令第80条の3)
- 区域指定の際に示された土砂災害の力に対し, 安全な構造とする義務
- 対象とする土砂災害 **がけ崩れ** **土石流** **地滑り**

(※「県条例」とは広島県建築基準法施行条例を指します。)

土砂災害に係る建築行為手続きフロー



(注)このフローは土砂災害に係る手続きを模式的に示したもので, 実際の手続きにおいては, 特定行政庁等により詳細が異なる場合があります。
 (注)このフローには, 開発許可等, 土砂災害以外の理由で別に手続きが必要となる場合は含んでいません。

規制の対象となる建築物の定義

◇ 居室を有する建築物(⇒土砂災害特別警戒区域内)

- 「居室」…居住, 執務, 作業, 集会, 娯楽その他これらに類する目的のために継続的に使用する室(建築基準法第2条第4号)
- 「居室」に該当しない用途…倉庫, 駐車場, 公衆便所等, 人が継続的に使用しない室
- 「居室」に該当しない室…玄関, 廊下, 便所, 手洗所, 浴室等
- 全体の用途が「倉庫」や「駐車場」であっても, 内部に管理用の事務所(=人が継続的に使用する室⇒居室)がある場合は, 「居室を有する建築物」に該当

◇ 住居の用に供する建築物(⇒災害危険区域, がけ付近)

- 専ら居住のために使用される建築物
- 住宅(いわゆる一戸建て住宅, 長屋, 共同住宅(分譲, 賃貸))のほか, 老人ホーム, 寄宿舎等も含まれる。

(※災害危険区域及びがけ付近における規制対象建築物(=住居の用に供する建築物)は, 広島県内の場合です。)

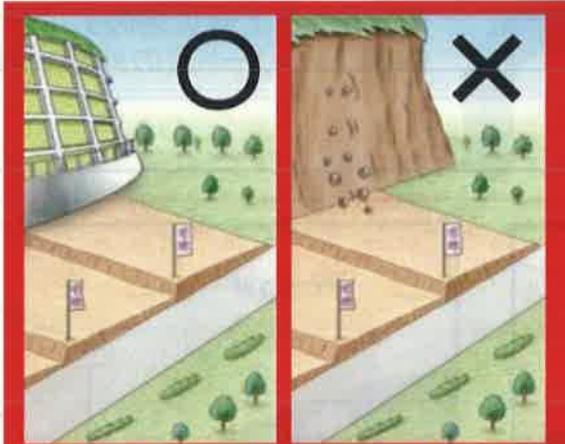
特別警戒区域内での建築について

- 1 特定開発行為に対する許可制
- 2 居室を有する建築物の構造の規制
- 3 建築物の移転等の勧告及び支援措置
- 4 宅地建物取引における措置
- 5 不動産取引等の機会を捉えた防災情報の周知(広島県独自の取組)

特別警戒区域内での建築について

1 特定開発行為に対する許可制(土砂災害防止法第9条)

- 住宅地分譲や災害時要援護者施設の建築のための開発行為の許可制度
- 安全上必要な技術基準に沿った対策工の施行が必要



特定開発行為に対する許可制
住宅地分譲や災害時要援護者関連施設の建築のための行為は、基準に従ったものに限って許可されます。

(災害時要援護者施設)
社会福祉施設
学校
医療施設 等

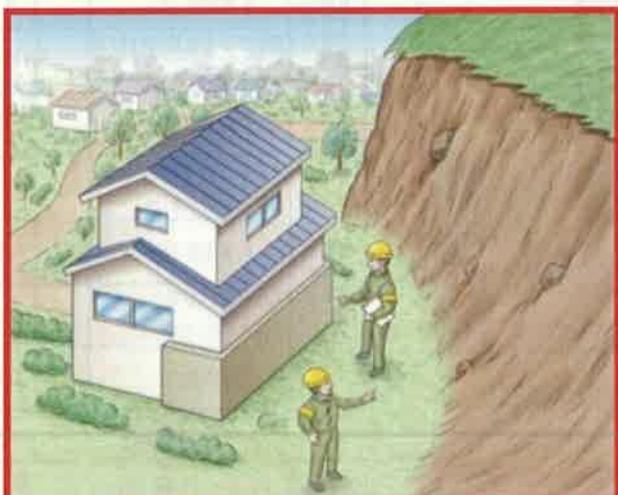
(図は国交省作成資料より抜粋)

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制①(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

- 住民などの生命又は身体に著しい危害の生じる損壊の防止
- 土砂災害の力に対し、安全な構造の建築物とする
- 居室を有する建築物が対象
- 都市計画区域外の4号建築物であっても建築確認必要※

※土砂災害防止法第25条による。ただし、同条により法第91条の適用もあるため、敷地の過半が特別警戒区域である場合に限る。



(4号建築物)

木造：2階建て以下又は延べ面積500㎡以内
非木造：平屋で200㎡以内

建築物の構造規制

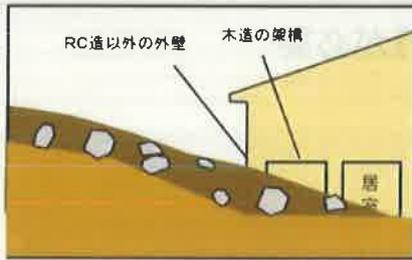
居室を有する建築物は、建築基準法に定められた、作用すると想定される衝撃等に対して建築物の構造が安全かどうか建築確認がされます。

(図は国交省作成資料より抜粋)

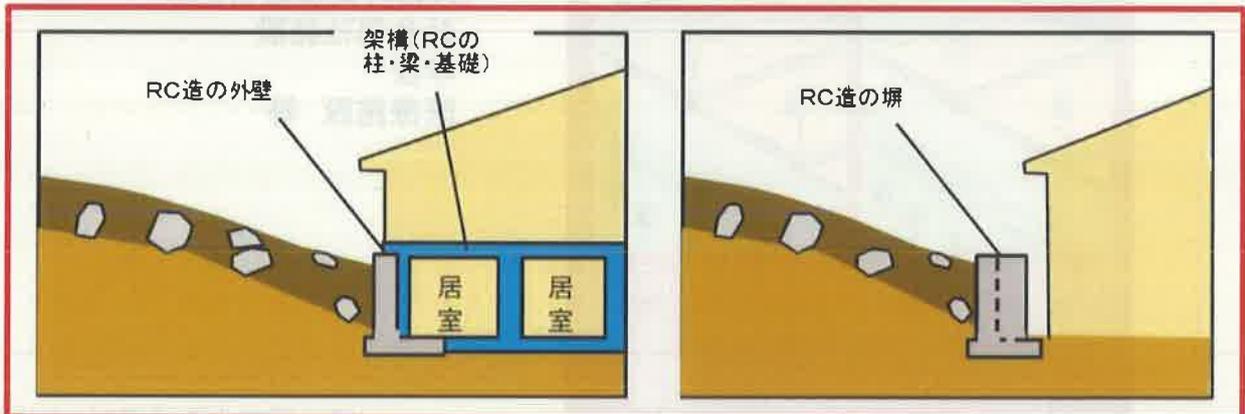
特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制② (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(土砂災害の力に対し, 安全な構造の建築物とする)



想定される土砂災害の力に耐えられる鉄筋コンクリート造の外壁や塀を設ける



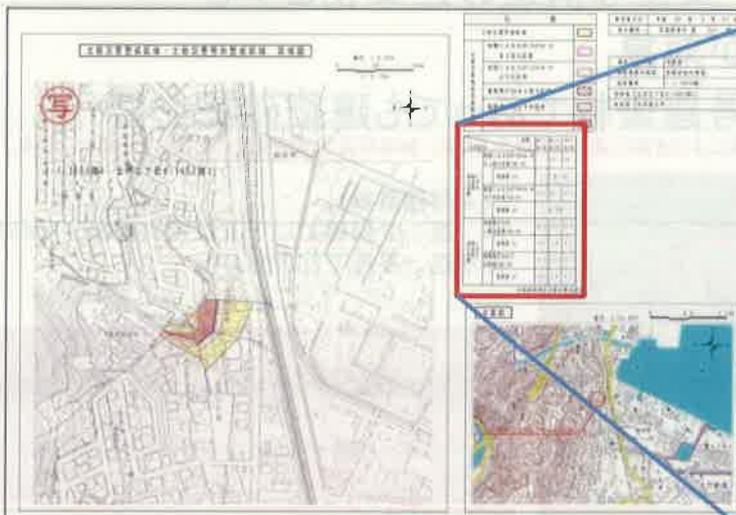
(図は国交省作成資料より抜粋)

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制③ (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

- 区域指定の際に示された, 土砂災害の力に対し, 安全な構造とする (がけ崩れの場合)

特別警戒区域の土砂災害の力



土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域の告示図

力の区分		区分		
		地0~地1間	地1~地2間	地2~地3間
移動による力の最大値	移動による力が100kN/m ² を上回る区域(kN/m ²)	-	126.7	125.7
	移動高(m)	-	0.75	
	移動による力が100kN/m ² 以下の区域(kN/m ²)	67.6	98.7	98.7
	移動高(m)		0.75	
地すべりによる力の最大値	堆積高が3mを上回る区域(kN/m ²)	20.2	18.2	34.9
	堆積高(m)	4.0	3.6	6.6
	堆積高が3m以下の区域(kN/m ²)	12.6	13.1	14.7
	堆積高(m)	2.5	2.5	2.9

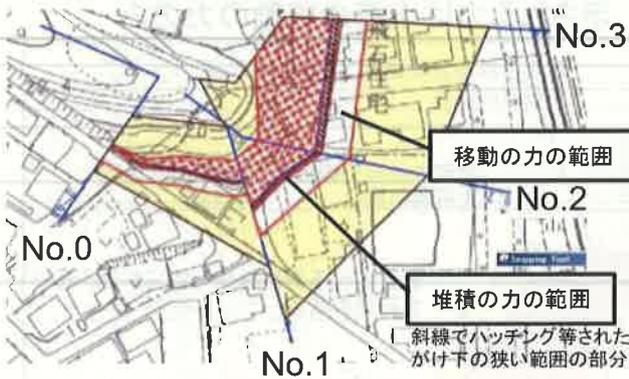
基礎調査調書等に更に区域を細分化した数値が示されている場合がありますが, 土砂災害の力に対し安全な構造とする設計には使用できません。

ここに示された力を使って, 設計する

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制④ (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(区域図の見方: がけ崩れの場合)



- がけ崩れの場合, 土砂の移動の力と堆積の力の2つの力がある
- 移動の力の範囲は広いが, 堆積の力の範囲は法尻付近に留まることが多い

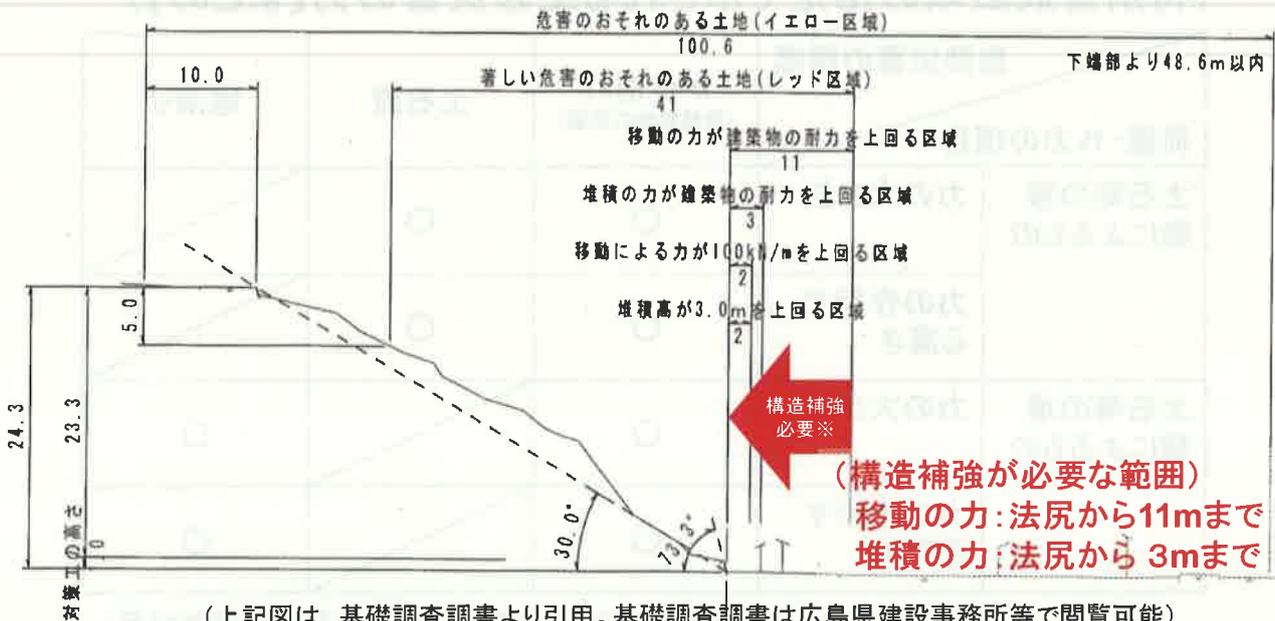
凡 例		
土砂災害警戒区域		
土砂災害特別警戒区域	移動による力が100kN/m ² を上回る区域	
	移動による力が100kN/m ² 以下の区域	
	堆積高が3mを上回る区域	
	堆積高が3m以下の区域	
	斜面地内の特別警戒区域	

力の区分		区間		
		No.0 ~ No.1間	No.1 ~ No.2間	No.2 ~ No.3間
移動による力の最大値	移動による力が100kN/m ² を上回る区域 (kN/m ²)	—	126.7	126.7
	移動高 (m)	—	0.75	
	移動による力が100kN/m ² 以下の区域 (kN/m ²)	63.6	98.7	98.7
	移動高 (m)		0.75	
堆積による力の最大値	堆積高が3mを上回る区域 (kN/m ²)	20.2	18.2	34.9
	堆積高 (m)	4.0	3.6	6.9
	堆積高が3m以下の区域 (kN/m ²)	12.6	13.1	14.7
	堆積高 (m)	2.5	2.6	2.9

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑤ (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

横断面図(前のスライドのNo.3の断面)



(上記図は, 基礎調査調書より引用。基礎調査調書は広島県建設事務所等で閲覧可能)

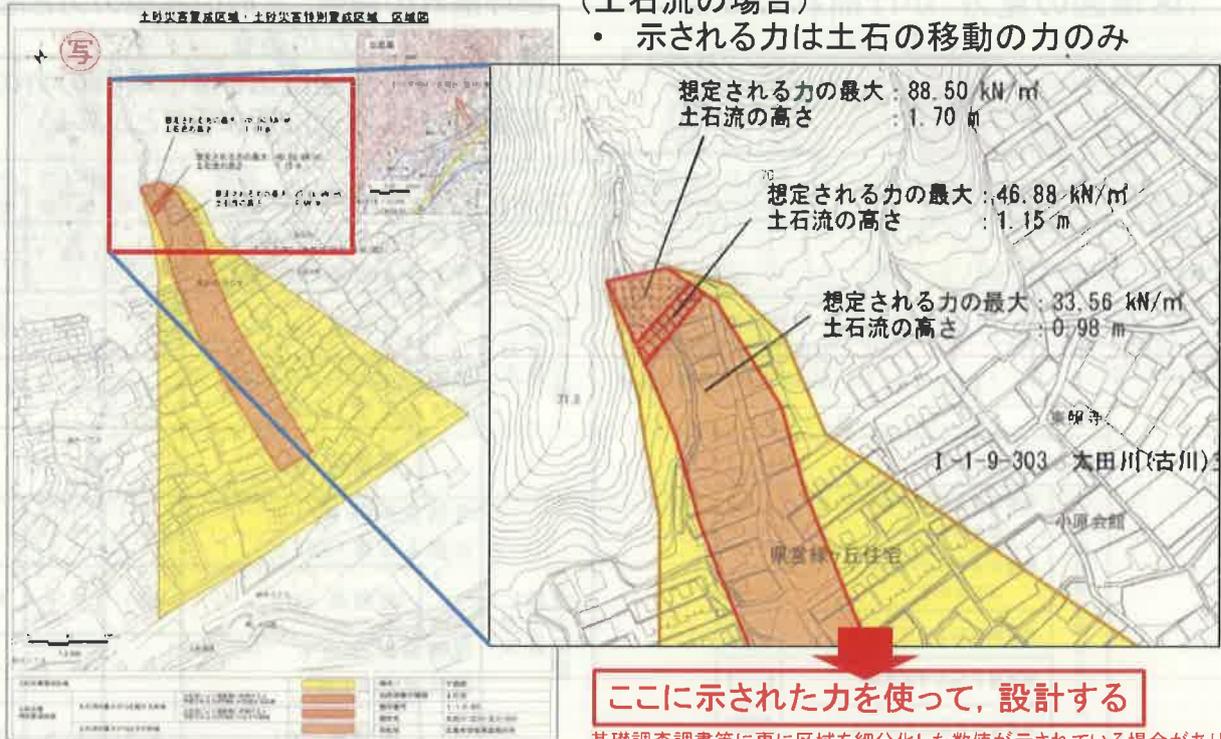
※ 特別警戒区域の指定は, 斜面途中に建築されることは想定していないため, 斜面途中に土砂災害の力は指定されません。
 ※ 基礎調査調書の横断面図は参考程度と考えてください。横断面図にない箇所や正確に区域を特定する必要がある場合は同じ基礎調査調書の座標管理図表によってください。

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑥(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(土石流の場合)

- 示される力は土石の移動の力のみ



土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域の告示図

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑦(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(特別警戒区域の指定で示される土砂災害の力【まとめ】)

自然災害の種類		荷重・外力の項目		
		がけ崩れ (急傾斜地の崩壊)	土石流	地滑り
土石等の移動によるもの	力の大きさ	○	○	△
	力の作用する高さ	○	○	△
土石等の堆積によるもの	力の大きさ	○	△	○
	力の作用する高さ	○	△	○

(根拠規定:平成13年国土交通省告示第383号)

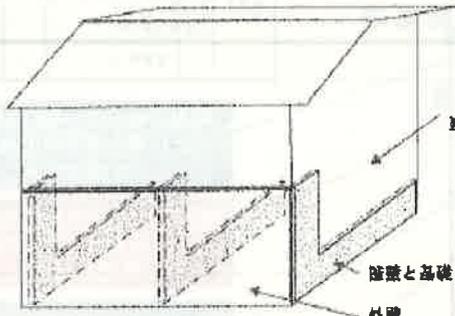
特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑧(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

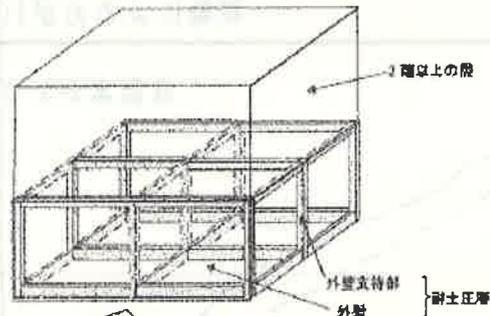
(土砂災害の力に対し, 安全な構造とするための方法)

- 仕様規定による方法と構造計算による方法がある。
- 土砂災害の力や高さが一定値以上の場合, 構造計算が必要
- 仕様規定は鉄筋量, 控壁のスパンや基礎の根入深さ等が決まっている (=建築計画によっては仕様規定を採用できない場合もある)

(根拠規定:平成13年国土交通省告示第383号)



鉄筋コンクリート造の壁・控壁を設ける例



鉄筋コンクリート造のラーメン架構を設ける例

※土砂災害対策に仕様規定を採用した場合でも, 階数が2以上で, 構造が混構造等, 木造以外となる場合は3号建築物として結果的に構造計算が必要となる。

(仕様規定による場合の構造形式の例)
 ※上記の構造に準じた塀を建物の前に設けて土砂を防ぐ方法でも可

(図の出典:2015年版建築物の構造関係技術基準解説書)

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑨(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(仕様規定が適用できる場合と構造計算が必要となる場合の区分)

- 土砂災害の高さや力の大きさにより区分されている

(がけ崩れの場合)

土石等の種別、高さ		最大の力の大きさ		
		$P \leq 50 \text{ kN/m}^2$	$50 \text{ kN/m}^2 < P \leq 100 \text{ kN/m}^2$	$100 \text{ kN} < P/\text{m}^2$
移動	$h \leq 1 \text{ m}$	仕様規定可	仕様規定可	構造計算要
	$1 \text{ m} < h \leq 2 \text{ m}$	仕様規定可	構造計算要	構造計算要
	$2 \text{ m} < h$	構造計算要		
堆積	$h \leq 5 \text{ m}$	仕様規定可		
	$5 \text{ m} < h$	構造計算要		

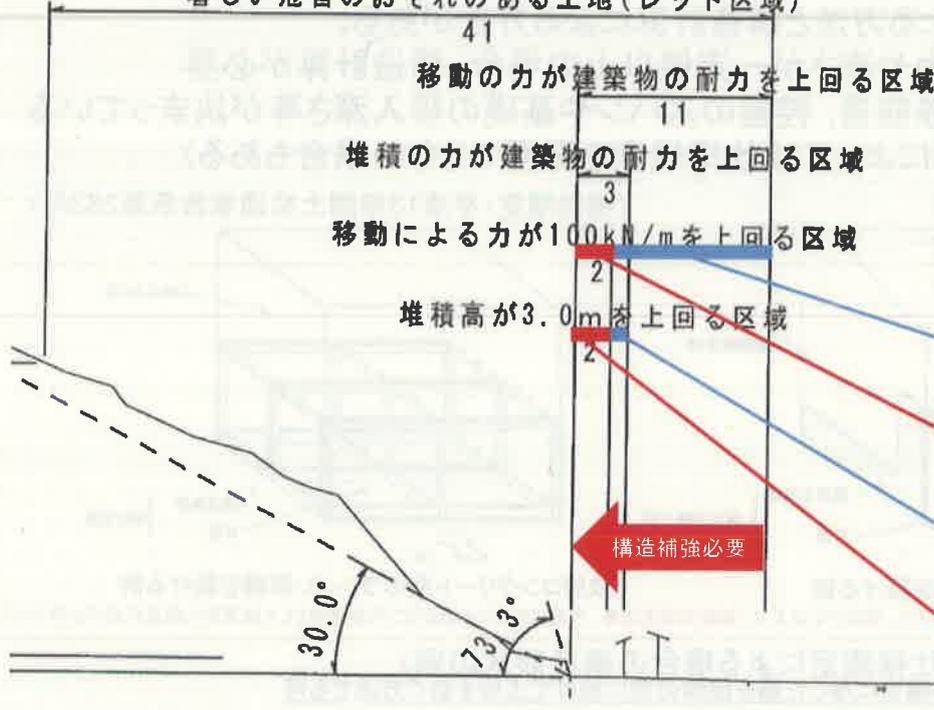
(根拠規定:平成13年国土交通省告示第383号)

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑩(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(前出のがけ崩れの区域での構造計算の要否判定)

著しい危害のおそれのある土地(レッド区域)



力の区分	区分	高さ		
		0-1m	1-2m	2-3m
移動による力	移動による力が100kN/mを上回る区域(kN/m)	120	170	170
	移動による力が100kN/m以下の区域(kN/m)	60	60	60
堆積による力	堆積高が3mを上回る区域(kN/m)	20	18	34
	堆積高が3m以下の区域(kN/m)	12	13	14

- 移動による力=98.7kN/m²
土石等の高さ=0.75m
⇒仕様規定可
- 移動による力=126.7kN/m²
土石等の高さ=0.75m
⇒構造計算必要
- 土石等の堆積高さ=2.9m
⇒仕様規定可
- 土石等の堆積高さ=6.9m
⇒構造計算必要

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⑪(土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(土石流の場合)

最大の力の大きさ 土石流の高さ	最大の力の大きさ		
	$P \leq 50 \text{ kN/m}^2$	$50 \text{ kN/m}^2 < P \leq 100 \text{ kN/m}^2$	$100 \text{ kN/m}^2 < P$
$h \leq 1 \text{ m}$	仕様規定可	仕様規定可	構造計算要
$1 \text{ m} < h \leq 2 \text{ m}$	仕様規定可	構造計算要	構造計算要
$2 \text{ m} < h$	構造計算要		

(根拠規定:平成13年国土交通省告示第383号)

特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⁽¹²⁾ (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

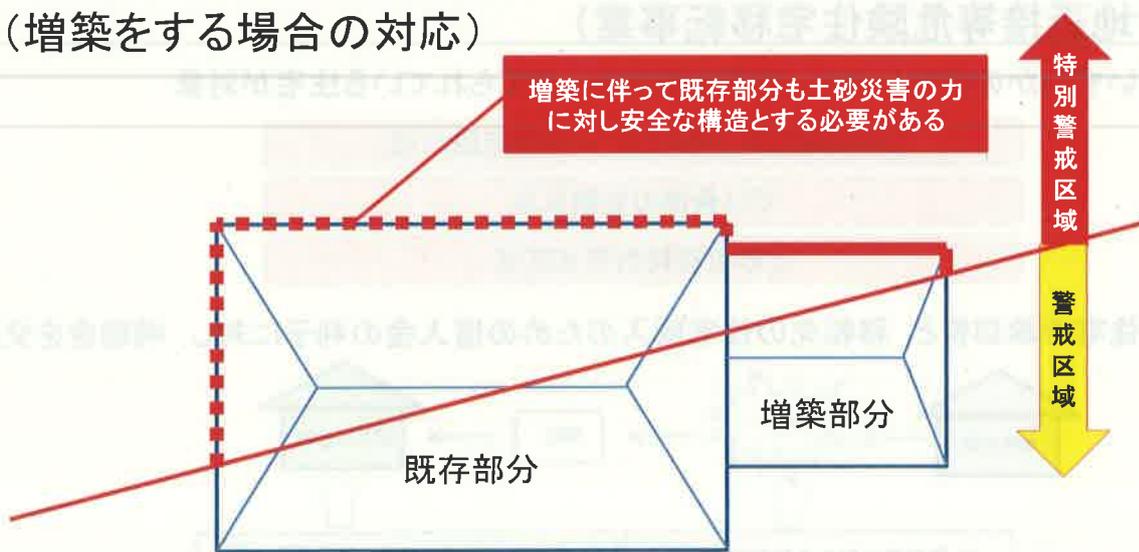
(前出の土石流の区域での構造計算の要否判定)



特別警戒区域内での建築について

2 建築物の構造の規制⁽¹³⁾ (土砂災害防止法第23,24条, 建築基準法施行令第80条の3)

(増築をする場合の対応)

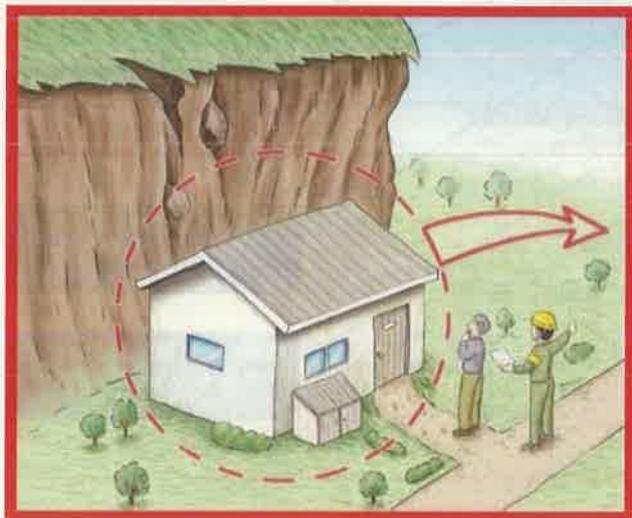


小規模な増築以外は、既存部分も土砂災害の力に対し安全な構造とする必要がある
※土砂災害の力に対し安全な構造の塀等を建築物の前に設けることも可

特別警戒区域内での建築について

3 建築物の移転等の勧告及び支援措置①(土砂災害防止法第25条)

- 危険建築物の所有者等に対し、区域外への移転等の勧告措置
- 勧告に基づく家屋の移転等には、住宅金融支援機構の融資制度あり
- 移転や補強に対する市町の補助制度あり(※一部制度のない市町もあります)



建築物の移転等の勧告

著しい損壊が生じるおそれのある建築物の所有者等に対し、移転等の勧告が図られます。移転等については、住宅金融支援機構の融資等の支援を受けられます。

特別警戒区域内での建築について

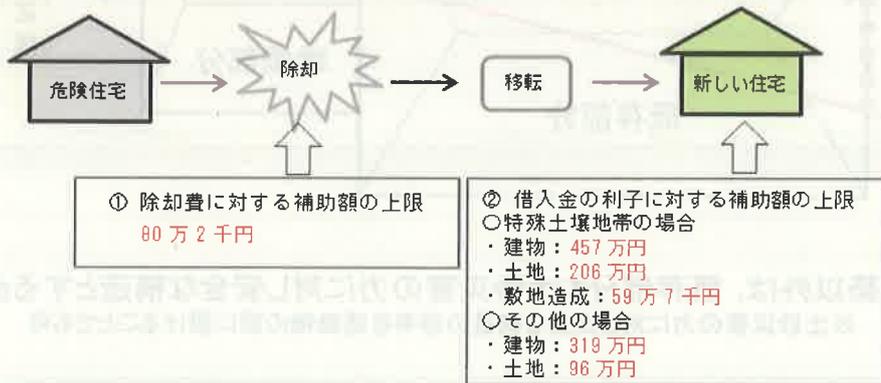
3 建築物の移転等の勧告及び支援措置②(土砂災害防止法第25条)

(がけ地近接等危険住宅移転事業)

(1) 次のいずれかの区域にあり、区域指定前から建てられている住宅が対象

- 急傾斜地崩壊危険区域(=災害危険区域)
- がけ条例の制限区域
- 土砂災害特別警戒区域

(2) 対象住宅の除却費と、移転先の住宅購入のための借入金の利子に対し、補助金を交付



(注)補助制度未創設の市町もあります。

(注)補助制度創設済市町でも予算状況により補助金交付までお待ちいただく場合があります。

特別警戒区域内での建築について

3 建築物の移転等の勧告及び支援措置③(土砂災害防止法第25条)

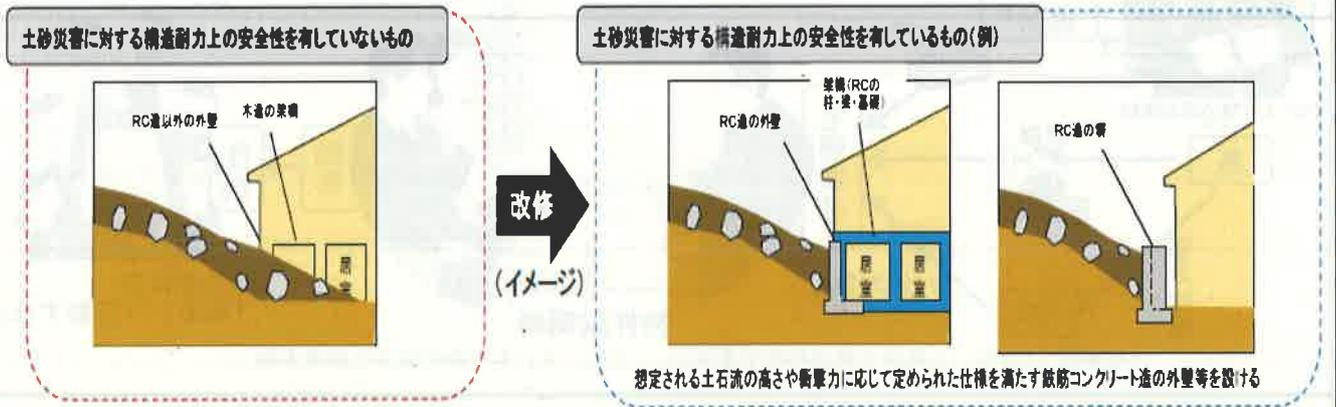
(建築物土砂災害対策改修促進事業)

(1) 土砂災害特別警戒区域内にあり、区域指定前から建てられている住宅・建築物が対象

(2) 対象建築物の土砂災害に対し安全な構造とするための工事に対し、補助金を交付

補助対象限度額 : 330万円

補助率 : 23%



(注) 補助制度未創設の市町もあります。

(注) 補助制度創設済市町でも予算状況により補助金交付までお待ちいただく場合があります。

(図は国交省作成資料より抜粋)

特別警戒区域内での建築について

4 宅地建物取引における措置(宅地建物取引業法第33条、第35条、第36条)

- 特定開発行為について、許可後でなければ当該宅地又は建物の広告・売買契約等が行えない。
- 当該宅地又は建物の売買等にあたり、特定開発行為の許可について重要事項説明を行うことを義務付け
- 特別警戒区域においては、建物の構造耐力等の規制内容について、説明をする必要がある。
- 公表されている基礎調査結果について、説明しないことは、故意に事実を告げない等の業務に関する禁止行為(法第47条第1号)に該当する場合がある。(H27.1.18付 国土交通省通知 国土動第107号)

特別警戒区域内での建築について

5 不動産取引等の機会を捉えた防災情報の周知①(広島県独自の取組)

(不動産取引の機会を捉えた防災情報の周知)

広島県「みんなで減災」
県民総ぐるみ運動

県内の宅地建物取引業者の事務所にハザードマップ※等を配備してもらい、物件説明の際に顧客に対してハザードマップ等の防災情報を提示し、物件の位置を説明していただくこととしています。

※ハザードマップ:土砂災害、洪水災害、内水災害、高潮災害、津波災害、地震災害の危険箇所や避難場所等を示すもの



特別警戒区域内での建築について

5 不動産取引等の機会を捉えた防災情報の周知②(広島県独自の取組)

(建築確認の機会を捉えた防災情報の周知)

広島県「みんなで減災」
県民総ぐるみ運動

県内特定行政庁、市町及び指定確認検査機関の建築確認申請窓口において、建築相談や建築確認の申請の際に、土砂災害特別警戒区域・土砂災害警戒区域の指定に係る基礎調査結果が公表された土地に建築を行う建築主や建築士等に対し、区域指定された場合と同等の補強を行うことや、避難の備えを行うことを勧めています。



パンフレットで補強や避難の備えを呼びかけ



特別警戒区域内での建築について

建築基準法の構造規制等に関する問い合わせ先（特定行政庁）

- 建築基準法による構造規制（建物の補強方法など）に関することは、計画敷地を所管する次の問い合わせ先にご確認ください。

名称	電話番号	所管区域
広島県土木建築局建築課	082-513-4159(直通)	—
広島県西部建設事務所建築課	082-250-8158(直通)	竹原市, 大竹市, 安芸高田市, 江田島市, 安芸郡(府中町, 海田町, 熊野町, 坂町), 山県郡(安芸太田町, 北広島町), 豊田郡(大崎上島町)
広島県東部建設事務所建築課	084-921-1311(代表)	府中市, 世羅郡(世羅町), 神石郡(神石高原町)
広島県北部建設事務所建築課	0824-63-5181(代表)	三次市 [※] , 庄原市

名称	電話番号(直通)	所管区域	名称	電話番号(直通)	所管区域
広島市建築指導課	082-504-2288	—	安佐南区役所建築課	082-831-4952	広島市安佐南区
中区役所建築課	082-504-2579	広島市中区	安佐北区役所建築課	082-819-3938	広島市安佐北区
東区役所建築課	082-568-7745	広島市東区	安芸区役所建築課	082-821-4928	広島市安芸区
南区役所建築課	082-250-8960	広島市南区	佐伯区役所建築課	082-943-9745	広島市佐伯区
西区役所建築課	082-532-0950	広島市西区			

名称	電話番号(直通)	名称	電話番号(直通)	名称	電話番号(直通)
呉市建築指導課	0823-25-3512	福山市建築指導課	084-928-1104	東広島市建築指導課	082-420-0956
尾道市建築指導課	0848-38-9245	三原市建築指導課	0848-67-6122	廿日市市建築指導課	0829-30-9195
三次市都市建築課※	0824-62-6385				

※ 三次市内の建築基準法第6条第1項第4号の建物については、三次市が所管しています。
 (ただし、許可等を伴う場合には、県の所管となる場合もありますので、ご確認ください。)

災害危険区域での建築について

1 災害危険区域とは

- ・ 津波, 高潮, 出水等による危険の著しい区域
- ・ こうした区域は, 地方公共団体が条例で指定することができる(建築基準法第39条第1項)
- ・ 併せて, 建築の禁止等の災害防止上必要な措置を条例で規定(建築基準法第39条第2項)

2 広島県における災害危険区域

- ・ 県条例第4条により, 急傾斜地崩壊危険区域を災害危険区域に指定
 (ただし, 急傾斜地崩壊危険区域の指定に伴い, 災害対策工事が行われることが多い)
- ・ 条例の規定により, 安全上支障ない場合を除き, 住宅の建設を原則禁止

3 広島県における災害危険区域に建築する場合の手続き

- ・ 県条例第4条の規定により, 特定行政庁に建築認定の申請が必要
- ・ 多くの場合は対策工事がされているので, これにより安全上支障ないことを確認して認定される
- ・ 対策工事がされていない場合は, 建築計画で必要な災害対策が取られていることを条件に認定される
- ・ 認定を受けていなければ, 建築確認申請は受理されない
- ・ **都市計画区域外など, 建築確認が要らない場合でも認定申請は必要**
- ・ 区域が特別警戒区域と重複している場合は, 特別警戒区域の規制が優先
 (認定申請は不要⇒ただし, 特別警戒区域における建築物の構造の規制を満足する必要がある。)

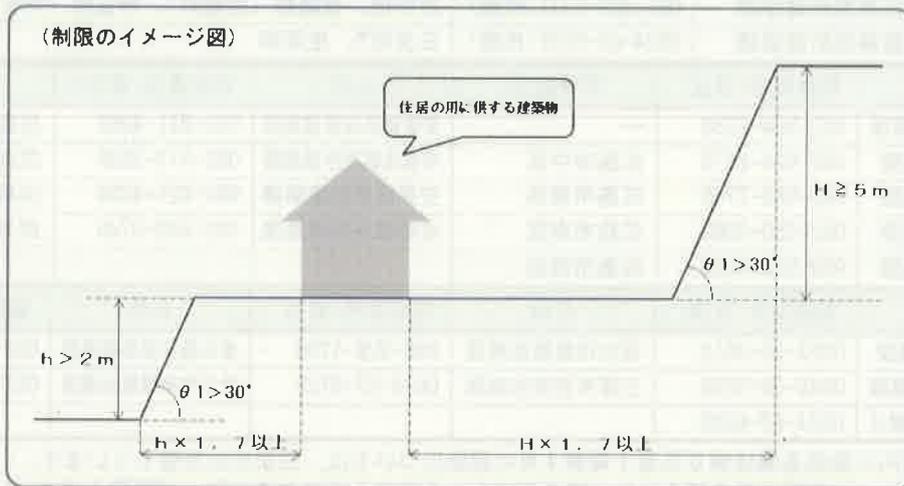
がけ付近での建築について①

1 「がけ」の定義

- 地表面が水平面に対し30度を超える角度をなす土地(県条例第4条の2第1項)

2 広島県におけるがけ付近の建築物の規制

- 住宅は次の場合に、がけの下端又は上端からがけの高さの1.7倍離すこと
 - ① 住宅が高さ5メートル以上のがけ下にある場合
 - ② 住宅が高さ2メートルを超えるがけ上にある場合
- (県条例第4条の2第1項)



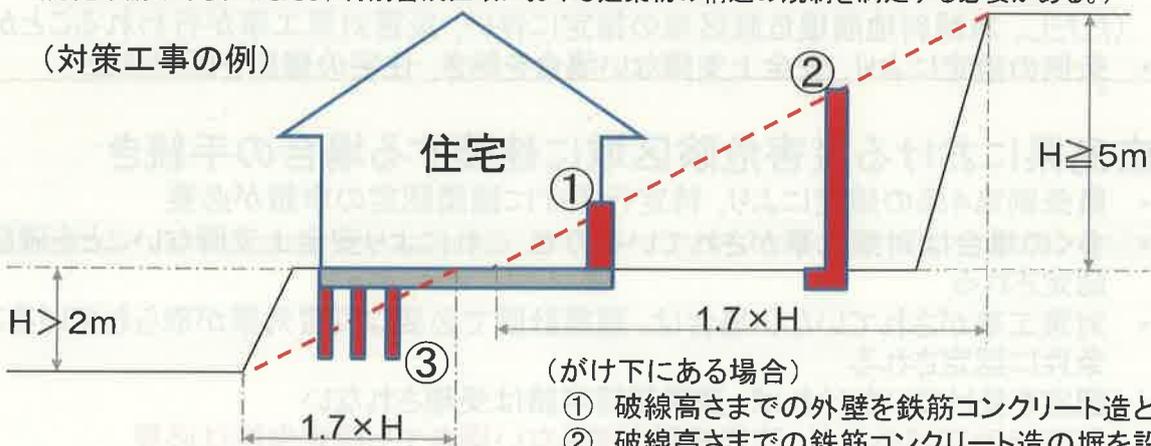
※「がけ」が開発許可、宅造許可、工作物として築造された擁壁である場合は対象外(原則として築造時から現状変更がない場合に限る。)

がけ付近での建築について②

3 広島県におけるがけ付近に建築する場合の手続き

- 住宅ががけから必要な距離分離せない場合は、県条例第4条の2の規定により、特定行政庁に建築認定の申請が必要 ※「がけ」が開発許可、宅造許可、工作物として築造された擁壁である場合は対象外(築造時から現状変更がない場合に限る。)
- 建築計画で必要な災害対策(下図)が取られていることを条件に認定する
- 認定を受けていなければ、建築確認申請は受理されない
- **都市計画区域外など、建築確認が要らない場合でも認定申請は必要**
- 区域が特別警戒区域と重複している場合は、特別警戒区域の規制が優先(認定申請は不要⇒ただし、特別警戒区域における建築物の構造の規制を満足する必要がある。)

(対策工事の例)



(がけ下にある場合)

- ① 破線高さまでの外壁を鉄筋コンクリート造とする
- ② 破線高さまでの鉄筋コンクリート造の塀を設ける

(がけ上にある場合)

- ③ 破線高さまで基礎を杭などにより補強する

建築基準以外で、家の設計時に必要な対応について

- 建築基準等の規制は、既知の被害等を踏まえて整備
- このため、規制を守っただけであらゆる災害に対して安全とはならない
- 規制ぎりぎりを目指すのではなく、余裕を持った設計を心がけることが必要
- また、規制されている数値、文言のみにとらわれないことも重要
(法令等は、制定時に常識であることは記載されていないことがある。)
- 土砂災害について言うと・・・
 - ◇ できるだけ特別警戒区域やがけから離す(レッドの線をぎりぎりかわしてOKとしない)
 - ◇ 警戒区域(イエロー)や5m以下のがけ下であっても、
土砂災害の発生する側には窓等の開口部は設けない 等



(規制の背景・根拠)

- 土砂災害特別警戒区域は、土砂災害の力により住宅程度の「壁」が破壊される区域を指定
- ⇒ 区域指定は、土砂災害に面する壁に開口部はないことを前提としている
 - ⇒ 特別警戒区域外でも土砂災害に面した開口部があれば、屋内に土砂等が流入する可能性がある

災害が発生したときどうなるか、消費者の立場に立って、
想像力をたくましくした安全対策を！

地震災害に関する避難のシミュレーション技術について

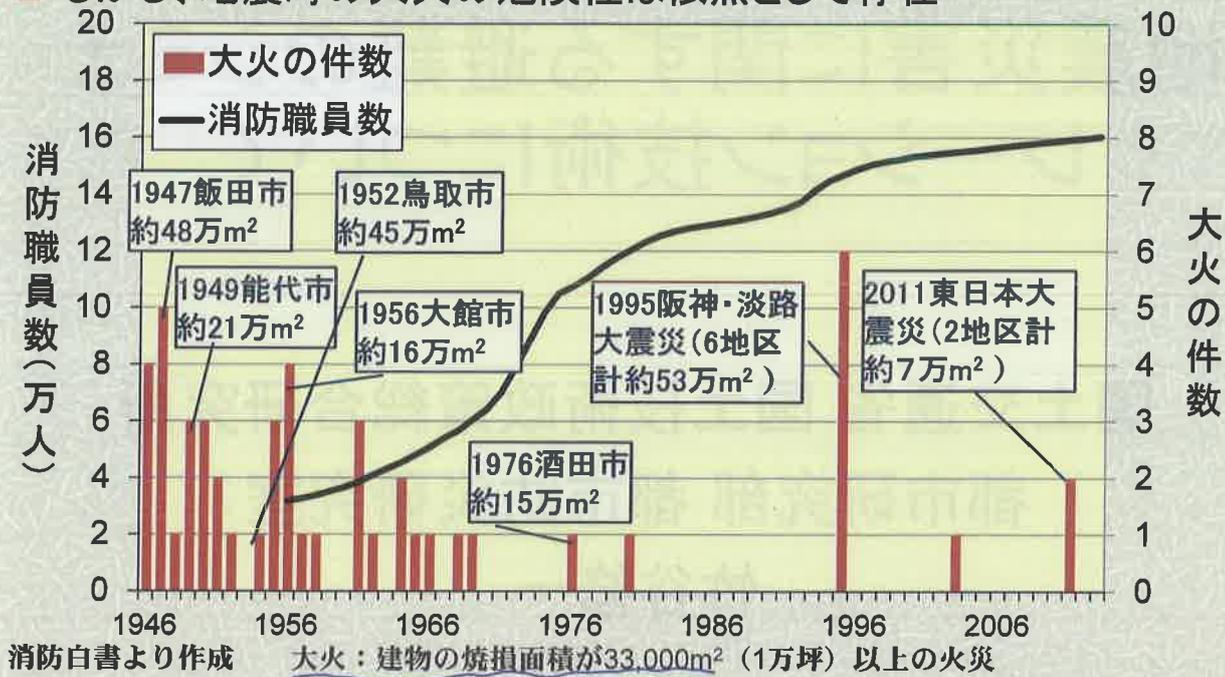
国土交通省 国土技術政策総合研究所
都市研究部 都市防災研究室
竹谷修一

防火対策の変遷

- ~江戸時代
 - 瓦屋根・土蔵の普及、^{防火同改}火除地、広小路の確保
- 明治～大正～昭和初期
 - 建物の不燃化、防災路線・防火地区、防空都市計画
- 第2次大戦後
 - 耐震規定、液状化対策、ライフライン対策
- 阪神・淡路大震災(1995)以前
 - 都市大火を前提とした対策
- 阪神・淡路大震災以降
 - 密集地市街地の対策

大火は減少したが...

- 戦後の消防の拡充や建物の強化により平常時の大火は減少
- しかし、地震時の大火の危険性は依然として存在



消防白書より作成 大火：建物の焼損面積が33,000m²（1万坪）以上の火災

10/12/50
24x-25
12

1/10
本道

新潟県糸魚川市で大規模火災発生

- 2016年12月22日、新潟県糸魚川市で大規模な火災が発生
- 強い風の影響もあり、焼損区域は約40,000m²に及ぶ



詳細は <http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/itoigawa01.pdf> をご参照下さい

19297

首都直下地震の被害想定

■ 地震の揺れによる被害

- 全壊家屋: 約175,000棟
- 建物倒壊による死者: 最大 約11,000人

■ 市街地火災の多発と延焼

- 焼失: 最大 約412,000棟、
建物倒壊等と合わせ最大 約610,000棟
- 火災による死者: 最大 約 16,000人
建物倒壊等と合わせ最大 約 23,000人

火災による死者

逃げまどい
等で多数
の死者

この状況が
ひどい事を
志す



延焼拡大の低減、避難路、
避難場所の整備が必要



シミュレーション
による評価方法
は未確立

参考 http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_gaiyou.pdf

地震火災時の人的被害軽減のために

■ 地震時の火災は密集市街地を中心に発生

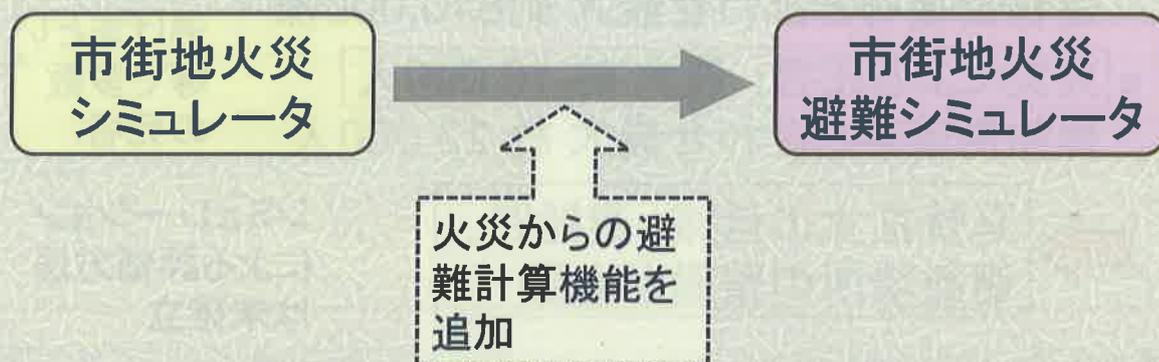
- 火災に弱い建物が多い、隣棟間隔(建物間の距離)が狭い、
道路・通路が狭い→地震時に火災が広がる可能性
- 老朽した建物が多い→地震時に倒壊して避難路を塞ぐ可能性



★避難場所までの避難状況をシミュレーションによる確認が必要

市街地火災避難シミュレータについて

- 火災発生時に、建物から避難場所へ避難する状況を推定するもの。
- 出火時の延焼状況を計算する市街地火災シミュレータに、火災からの避難を計算する機能を追加している。



6

市街地火災シミュレータの概要

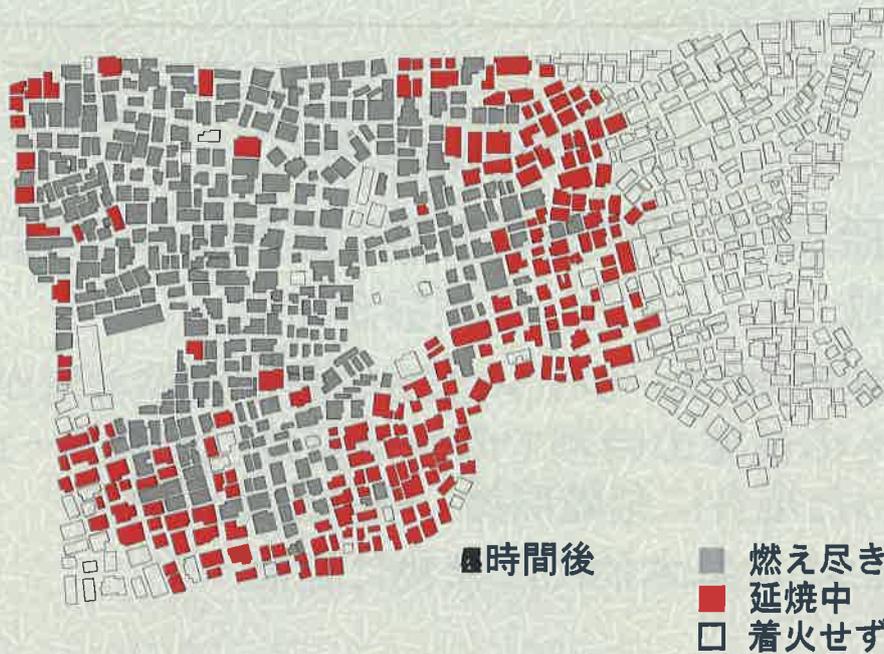
- 建物1棟ごとのデータをもとに、出火時の延焼状況を、建物1棟ごとに計算するもの
- 建物形状と建物属性のデータが必要
 - 建物の形状(座標)、(防火上の)構造、階数、窓の形状、窓の種別 等
- 気象条件の設定が必要
 - 風速、風向
- 出火点の設定が必要
 - 任意の1箇所以上から出火させる必要がある。
- 建物1棟ごとに、着火時刻を計算して出力

4

7

出力(可視可)の例①

- 1時間ごとの延焼状況を示した例



8

出力(可視可)の例②

- 3次元表示をし、火炎の様子を描画した例



9

市街地火災避難シミュレータの概要①

- 火災発生時に、建物から避難場所へ避難する状況を推定するもの。
- マルチエージェントモデルを採用。
 - 移動手段: 徒歩(地震時の避難は原則徒歩のため)
 - 移動速度: エージェントごとに設定可能
 - 避難開始時刻: エージェントごとに設定可能なほか、出火からの任意の時刻での一斉避難、火災が一定距離に迫った場合に避難開始、等の設定が可能
 - エージェントは基本的には建物に配置

10

市街地火災避難シミュレータの概要②

- 避難場所・避難経路の選択は、エージェントごとに、火災に巻き込まれるリスクが低い場所・経路を選択
 - 基本は、最も近い避難場所や避難経路を選択
 - ノード(交差点)に到達するごとに、避難場所・避難経路を再選択する
 - 避難場所に到達しても、避難場所に火災が迫ると再避難を行う

11

市街地火災避難シミュレータの概要③

- 建物倒壊による道路閉塞については、シミュレータ内では直接は再現できない。
 - ただし、道路閉塞を事前に想定し、通行不可能な道路について、リンク(道路)データの削除等を行えば、道路閉塞下での避難シミュレーションは可能
- 避難場所へ到達した人数、避難中の人数、避難失敗者の人数を、時間ステップごとに出力可能
 - 計算結果を集計すれば、ノード(交差点)、リンク(道路)ごとの避難者数を時刻別に集計することが可能
 - エージェントごとに、避難開始時刻、避難完了時間を出力可能。

参考：市街地火災避難 シミュレーション例

①実市街地でのケーススタディ

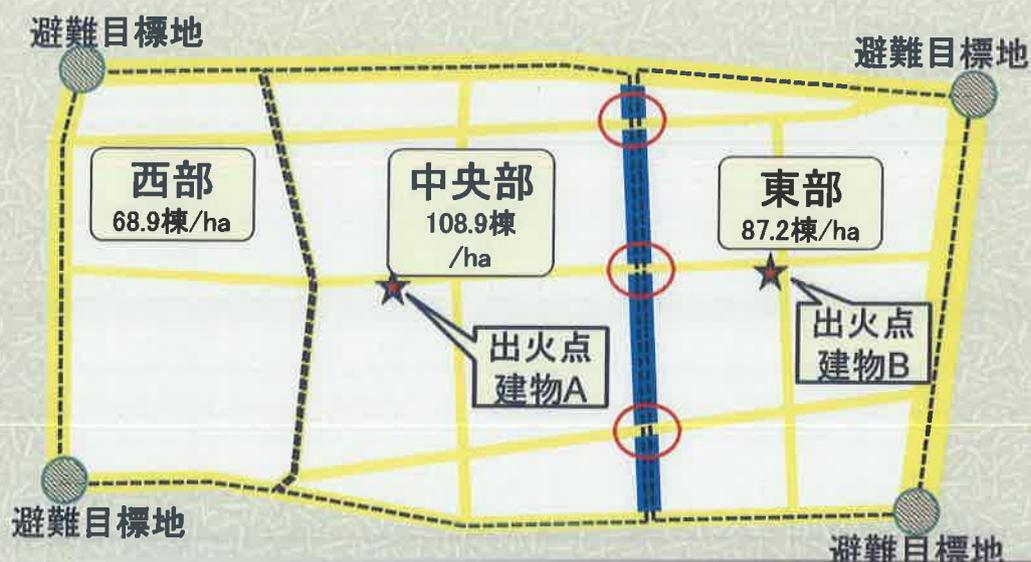
参照：

7113 密集市街地における火災避難安全性評価に
関する基礎的考察

ケーススタディの概要(1)

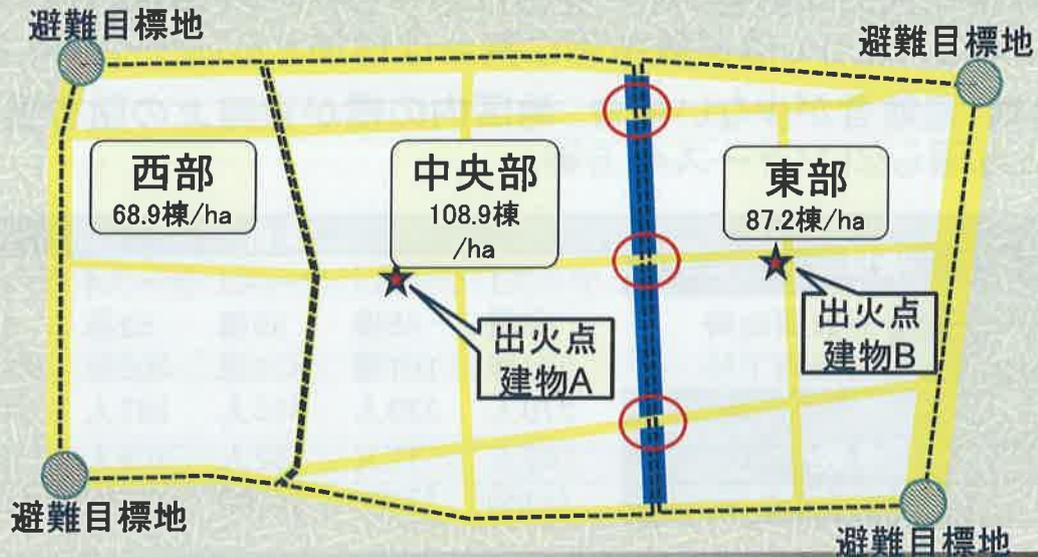
評価ツール：国総研＋建研が開発中のシミュレータ

ケーススタディ地区：約28ha、建物棟数約2,500棟



ケーススタディの概要(2)

条件設定：避難者が橋に集中しボトルネックとなる可能性。対岸への避難を念頭に5つの条件でケーススタディを実施



16

ケーススタディの概要(3)

条件設定

項目	条件				
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
出火点	建物A	建物B	建物A 及びB	建物A	建物B
風速	5.3m/s(当該地区の超過確率1%風速)				
風向	北風			西風	東風
避難者数	2,508人(建物ごとに1名)				
避難先	地区外の4箇所を避難目標地とする				
避難開始時刻	出火後30~45分(5分刻み)でランダムに設定				

ケーススタディ結果(概要)

結果の概要

出火点: 高密度な市街地からの出火時、死亡割合が高くなる(ケース1, 3, 4)。複数出火点の場合、死亡割合は高くなる(ケース3)

風向: 延焼拡大には影響。死亡者数は必ずしも大きく増減しない。しかし、条件によっては避難中死亡割合は増加する(ケース1-4, 2-5)

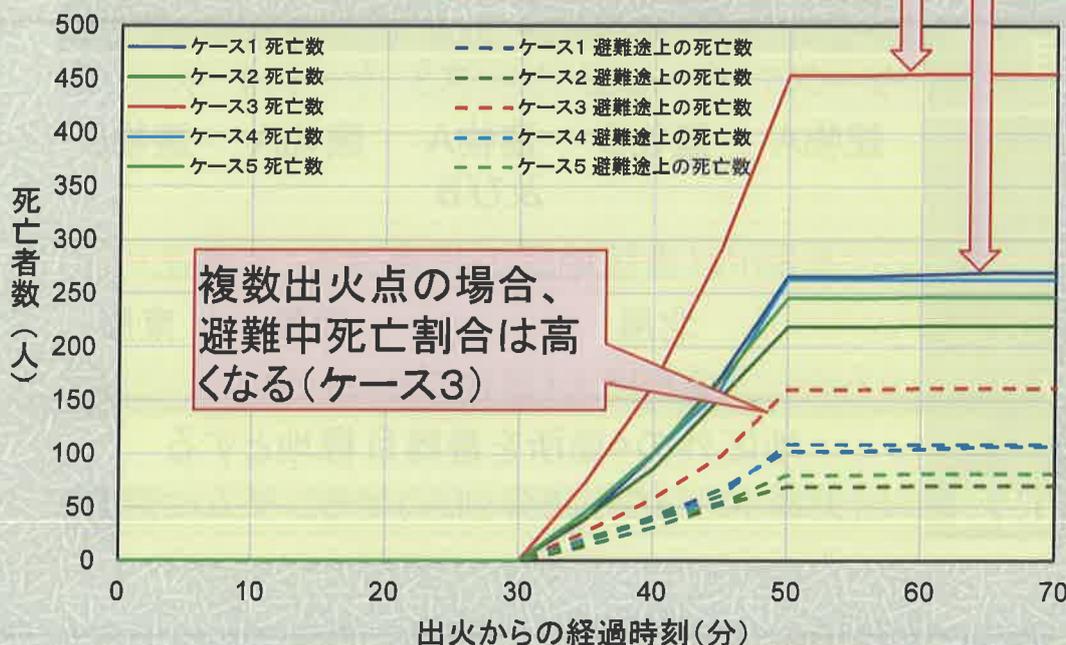
避難者数: 避難者が少ない場合、地区内の橋が避難上の障害要因となるとは限らない(ケース4, 5等)

項目	条件					
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	
焼失棟数	避難開始時	46棟	45棟	88棟	62棟	57棟
	避難完了時	287棟	181棟	424棟	303棟	234棟
死亡者数*	270人	220人	455人	263人	247人	
避難途上の死亡者数* (避難開始者数に占める割合)	107人 (4.6%)	71人 (3.0%)	162人 (7.3%)	109人 (4.6%)	82人 (3.5%)	

18

ケーススタディ結果(出火点の違い)

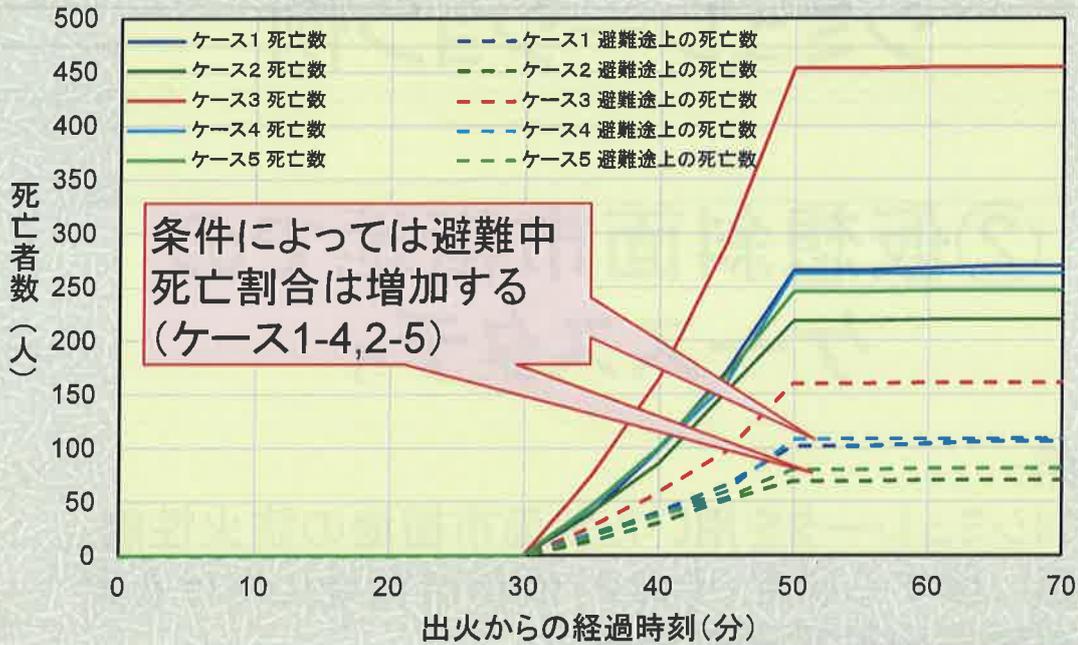
高密度な市街地からの出火時、死亡割合が高くなる(ケース1, 3, 4)。



複数出火点の場合、避難中死亡割合は高くなる(ケース3)

ケーススタディ結果（風向の違い）

延焼拡大には影響。死者数は必ずしも大きく増減しない。



20

ケーススタディ結果（避難者数）

避難者が少ない場合、地区内の橋が避難上の障害要因となる
とは限らない(ケース4, 5等)



21

参考：市街地火災避難 シミュレーション例

② 仮想斜面市街地での ケーススタディ

参照：

7434シミュレータを用いた斜面市街地の防火性能
評価に関する研究(その2)仮想市街地における火
災避難安全性評価の試行

ケーススタディの背景と目的

背景

- 防災上危険な密集市街地の改善は急務
- 対策検討時に必要不可欠な都市の防火性能評価手法においては、地形の影響等について十分な考慮がされていない

目的

仮想市街地を用いて、斜面という地形条件を考慮した火災避難安全性の評価を行う上で、必要となる基礎的知見を把握する

計算条件(1)

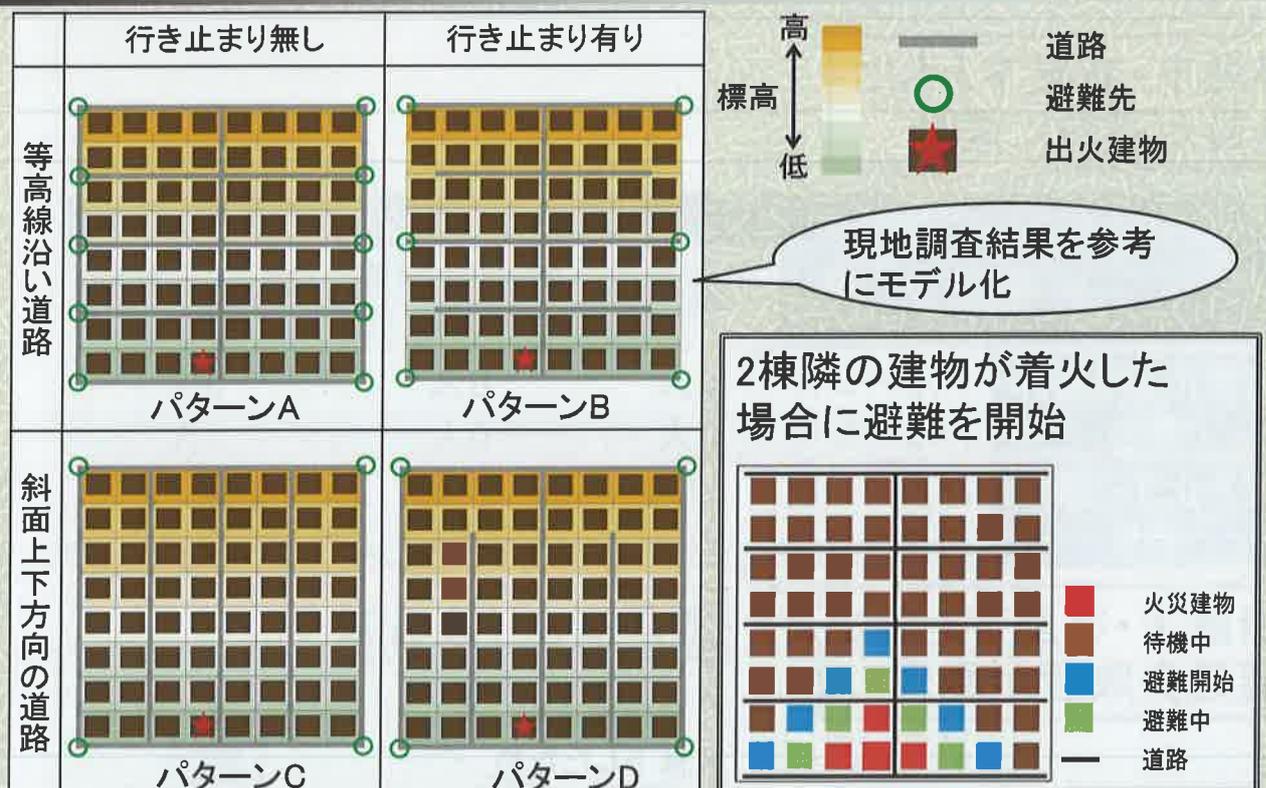
評価ツール: 市街地火災/火災避難シミュレータ

評価試行対象: 4パターンの火災市街地

項目	条件
建物形状	1辺8mの正方形、2階建て、1階床高0.45m、階高2.5m
建物構造	防火構造、普通ガラス(開口率20%)
建物配置	8棟×8棟を格子状に配置、隣棟間隔3m
傾斜度	20%
道路幅員	2m
道路パターン・避難先	道路パターン4種。避難先は道路パターンごとに設定
気象条件	無風(参考として斜面上・下方向6m/s)
出火建物	斜面の最も下側の中央付近の建物の2F
歩行速度	傾斜方向に直角な方向への歩行時: 1.2m/s及び0.6m/s、傾斜方向時: 0.6m/s及び0.3m/s
避難開始	避難者がいる建物から2棟隣の建物に出火した場合に避難を開始

24

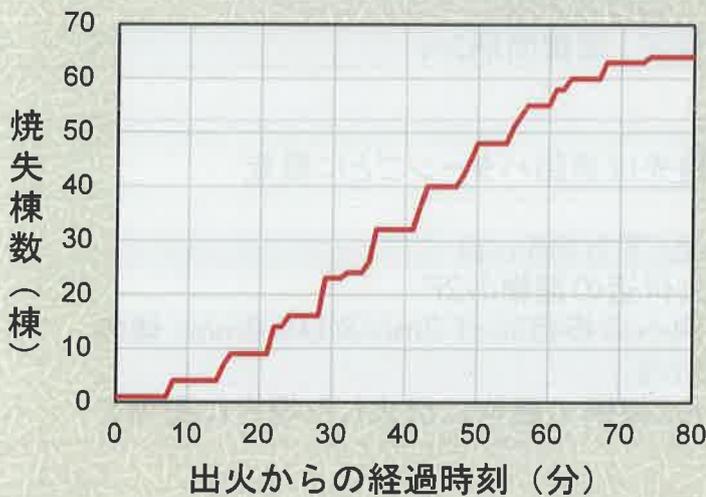
計算条件(2)



延焼状況の計算

[焼失棟数] 出火から概ね20分程度でほぼ線形に増加
60分過ぎ程度から収束

[延焼速度] 斜面上端方向: 92.4m/h
傾斜直角方向: 103.1m/h



68	63	57	50	57	63	68	74
61	56	50	43	50	56	61	68
55	49	43	36	43	49	55	61
48	42	36	29	36	42	48	55
42	35	29	22	29	35	42	49
36	29	22	15	22	29	36	43
29	22	15	8	15	22	29	36
24	16	8	0	8	16	24	32

各建物の着火時刻(分)

避難困難者の有無

無風下・有風下ともに
全員が避難に成功

		避難失敗者数		
		無風	斜面上方向 6m/s	斜面下方向 6m/s
行き止まり道路 無し	パターンA	0人	0人	0人
	パターンC	0人	0人	0人
行き止まり道路 有り	パターンB	32人	32人	28人
	パターンD	37人	36人	38人

無風下・有風下ともに
避難失敗者が発生

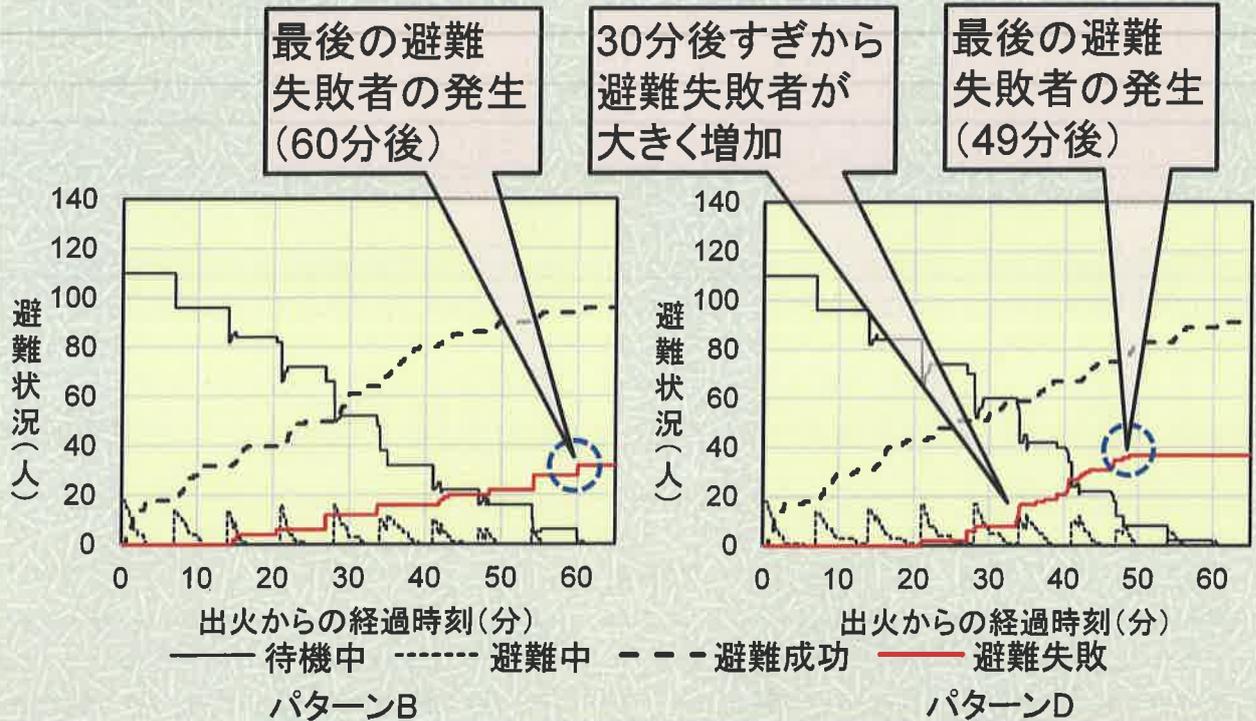
無風時より数名減少

延焼速度が
低下したため



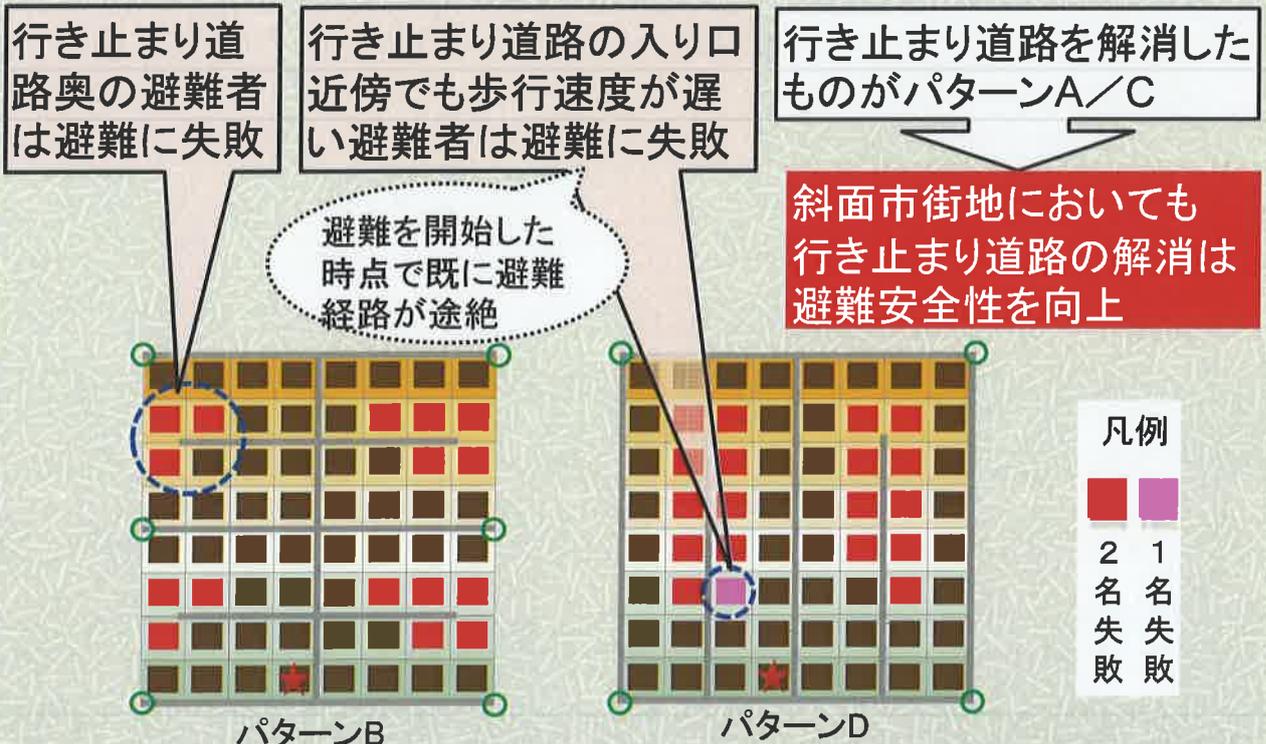
時系列にみた避難状況

最後の避難成功者が避難先に到着した時刻は約61分後



28

避難に失敗する要因



15

29

密集市街地における火災避難安全性評価に関する基礎的考察

防火
避難

密集市街地
避難遅れ

火災避難シミュレーション

正会員

同

同

○竹谷修一*
岩見達也**
神谷秀美***

1. はじめに

中央防災会議の防災対策推進検討会議首都直下地震対策検討ワーキンググループは、2013年12月19日に首都直下地震の被害想定と対策について最終報告を行った¹⁾。同報告では、市街地火災の多発と延焼被害として、最大焼失棟数約41万棟、火災による死者数(延焼出火家屋内からの逃げ遅れ、倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者、延焼拡大時の逃げまどい)は最大約1万6千人と想定している。

日本に存在する地震時等に著しく危険な密集市街地(約6千ha)²⁾においては、放任火災時に短時間で延焼が拡大し、逃げまどい等による多数の死者が発生することが想定される。死者数軽減のためには、安全に広域避難場所まで避難できる市街地整備が必要であり、シミュレーション等により火災時の避難安全性を把握しつつ、効果的な対策を行うことが求められる。しかしながら、シミュレーションの条件設定は多岐にわたり、体系的な市街地火災からの避難安全性評価手法は未確立なのが現状である。

そこで、本研究では効果的な市街地整備を行うために、避難上のボトルネックとなる箇所を効率的に見出すための火災避難シミュレーションの条件設定に関して、基礎的な知見を得ることを目的とし、大都市における火災避難のケーススタディを行った。

2. ケーススタディの概要

(1)評価ツール

市街地火災発生時の避難状況の推計に際し、国土交通省国土技術政策総合研究所が建築研究所の協力を得ながら開発中のシミュレータを用いた。

(2)ケーススタディ地区の概要

建物密度が高く(地区全体で約89.6棟/ha)、防火造および裸木造は全棟数の7割を超えて火災危険性が高く、川を挟んで東西に幹線道路が位置する地区とした。地区の概況は、表1及び図1に示すとおりである。

(3)条件設定

避難時に地区内の橋へ避難者が集中し、避難上のボトルネックとなる可能性がある。そこで対岸への避難を念頭に、表2に示す5つの条件でケーススタディを行った。

3. ケーススタディ結果

ケーススタディ結果は、表3及び図2に示すとおりであ

表1 ケーススタディ地区の概況

地区面積	約28ha
建物棟数	2,508棟
構造別建物棟数	耐火建築物：204棟、準耐火建築物：476棟、防火造：452棟、裸木造：1,376棟
その他	地区は幹線道路に囲まれている。地区内に南北方向に流れる川があり、橋(3橋)で東西が結ばれている。中央部および東部は建物が密集。



図1 ケーススタディ地区の概況

表2 ケーススタディの条件設定

項目	条件				
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
出火点	建物A	建物B	建物A及びB	建物A	建物B
風速	5.3m/s (当該地区の超過確率1%風速)				
風向	北風		西風		東風
避難者数	2,508人(建物ごとに1名)				
避難先	地区外の4箇所を避難目標地とする				
避難開始時刻	出火後30~45分(5分刻み)でランダムに設定				

る。以下、各ケースの計算結果の特徴を記す。

- (a)ケース1：最も高密度な地区中央部からの出火であり、避難完了時の死亡者³⁾数は270人である。また、避難完了時まで避難を開始した避難者総数に対する、避難中に火災に巻き込まれた避難者の割合(以後、「避難中死亡割合」)は4.6%である。
- (b)ケース2：地区東部からの出火であり、地区中央部より建物密度が低いため、ケース1と比して避難完了時の焼失棟数・死亡者・避難中死亡割合は少ない。
- (c)ケース3：地区東部及び中央部からの出火であり、焼失棟数、死亡者ともに最多のケースとなった。その結果、避難中死亡割合は7.3%となり、他ケースと比して最も高い割合を示した。
- (d)ケース4：橋の通行時の混雑を想定して、西風の状況下

で地区中央部から出火させたものである。橋での避難混雑は発生せず、北風時のケース1とほぼ同様の結果となった。

(e)ケース5：ケース4と同様に橋の通行時の混雑を想定して、東風の状況下で地区東部から出火させたものである。ケース2と比べて延焼は速く進み、最も近傍の避難目標地ではなく、橋を渡って遠方の避難目標地に避難している。橋での避難混雑は見られないものの、延焼が速く進むためか、避難中死亡割合は3.5%と、ケース2の3.0%より0.5ポイント高くなっている。

以上の結果から、以下のことが示唆された。

出火点：高密度な市街地からの出火時には、避難中死亡割合が高くなる。複数出火点の場合には、人的・物的被害は多くなり、さらに避難中死亡割合も高くなる。

風向：延焼拡大には影響するものの死亡者数は必ずしも大きく増減しない。しかし、条件によっては避難中死亡割合は増加する。

避難者数：避難者が少ない場合には、必ずしも地区内の橋が避難上の阻害要因となるとは限らない。

4. おわりに

今回の検討は、避難開始時刻を限定し、各建物から1名避難する条件で行ったものであることから、今後は避難開始時刻、避難者数の設定条件を変えてケーススタディを行う必要がある。その上で道路ネットワークの通行可能性を考慮しつつ、効果的な市街地改善箇所を明らかにできる条件設定について検討する必要がある。

表3 ケーススタディ結果

項目	条件				
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
焼失棟数	46棟	45棟	88棟	62棟	57棟
避難開始時	287棟	181棟	424棟	303棟	234棟
避難完了時	270人	220人	455人	263人	247人
死亡者数*	107人 (4.6%)	71人 (3.0%)	162人 (7.3%)	109人 (4.6%)	82人 (3.5%)
避難途上の死亡者数* (避難開始者数に占める割合)					

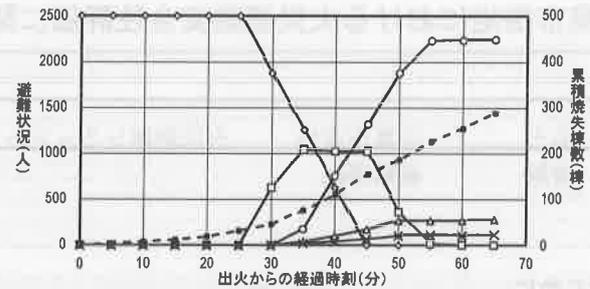
※避難完了時

補注

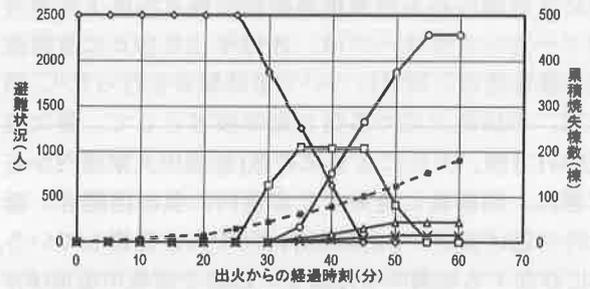
*1 避難開始までに当該建物に延焼が至って死亡した者と、避難中に火災に巻き込まれた避難者の合計

参考文献

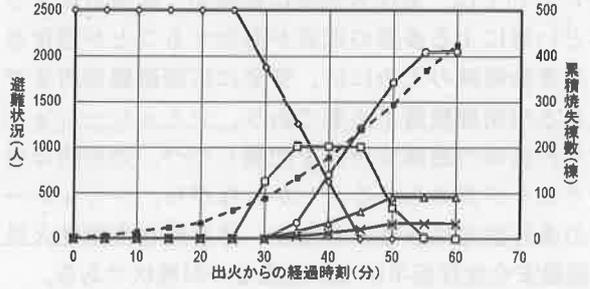
- 中央防災会議防災対策推進検討会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告），http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/，2013年12月（最終閲覧日：2015年4月2日）
- 国土交通省：住生活基本計画（全国計画），<http://www.mlit.go.jp/jutalukentiku/house/torikumi/jyuscikatsu/hyodai.html>，2011年3月（最終閲覧日：2015年4月2日）



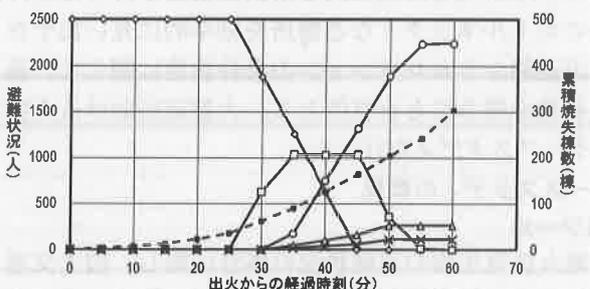
(a) ケース1



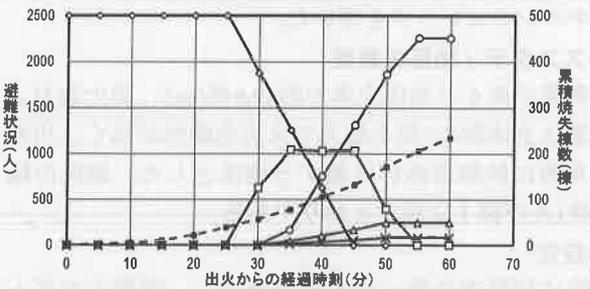
(b) ケース2



(c) ケース3



(d) ケース4



(e) ケース5

○ 待機数 ○ 移動数 ○ 目的地到達数
 ▲ 死亡数 × 避難途上の死亡数 - - 累積焼失棟数

図2 ケーススタディ結果

* 国土交通省国土技術政策総合研究所，博士(工学) * National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr.Eng.
 ** 国立研究開発法人建築研究所，修士(工学) ** Building Research Institute, M.Eng.
 *** マヌ都市建築研究所 *** Manu Institute for Urban Design and Architecture

シミュレータを用いた斜面市街地の防火性能評価に関する研究 (その2) 仮想市街地における火災避難安全性評価の試行

正会員 ○竹谷修一* 同 木内 望* 同 伊藤慶太**
同 岩見達也*** 同 勝又 済*

斜面市街地 密集市街地 市街地火災 火災避難

1. 研究の背景と目的

防災上危険な密集市街地の改善は急務であり、様々な対策を検討する上で必要不可欠となる都市の防火性能評価手法については、地形の影響等についてはこれまで十分に考慮されてこなかった。

そこで本稿では、その1での検討結果を踏まえ、仮想市街地を用いて、斜面という地形条件を考慮した火災避難安全性の評価を行う上で必要となる基礎的知見を把握することを目的とする。

2. 計算条件

火災避難の前提となる市街地延焼の計算については、その1と同様の市街地火災シミュレータを用いた。また、火災避難の計算は、同シミュレータと連動するマルチエージェント型の火災避難シミュレータを用いた。

評価試行の対象とした仮想市街地は表1に示すとおり、その1の検討結果を踏まえて縦方向・横方向それぞれ8棟を隣棟間隔3mで配置し、傾斜度は20%の片勾配とした。地区内道路は幅員2mとし、実際の斜面市街地の道路状況を踏まえて、等高線沿い道路で行き止まりが無い場合をパターンA、行き止まりがある場合をパターンB、さらに、斜面上下方向の道路で行き止まりが無い場合をパターンC、行き止まりがある場合をパターンDとし、4つの道路配置パターンを設定した(図1)。図1に示した外周道路上に設定した避難先に到着した者を避難成功とし、待機中ある

表1 評価に用いた市街地・気象・避難者条件

項目	条件
建物形状	1辺8mの正方形、2階建て、1階床高0.45m、階高2.5m
建物構造	防火構造、普通ガラス(開口率20%)
建物配置	8棟×8棟を格子状に配置、隣棟間隔3m
傾斜度	20%
道路幅員	2m
道路パターン・避難先	道路パターン4種。避難先は道路パターンごとに設定(図1参照)
気象条件	無風(参考として斜面上・下方向6m/s)
出火建物	斜面の最も下側の中央付近の建物の2F
歩行速度	傾斜方向に直角な方向への歩行時: 1.2m/s及び0.6m/s、傾斜方向時: 0.6m/s及び0.3m/s
避難開始	避難者がいる建物から2棟隣の建物に出火した場合に避難を開始

いは避難中に火災に巻き込まれた者を避難失敗とした。出火建物は斜面最下部中央付近の建物とし、無風、放任火災とした。なお、参考として、斜面上方向および斜面下方向への風についてもそれぞれ風速6m/sで試算した。

各建物には歩行速度が異なる2人を配置し、歩行速度は平坦な場合は1.2m/s及び0.6m/sとし、坂道時はそれぞれ半分の0.6m/s及び0.3m/sとした。また、2棟隣の建物が出火した場合に避難を開始することとした(図2)。

3. 延焼状況の計算

避難の前提となる延焼状況の計算結果を図3に示す。出火から概ね20分程度ではほぼ線形に焼失棟数が増加し、60

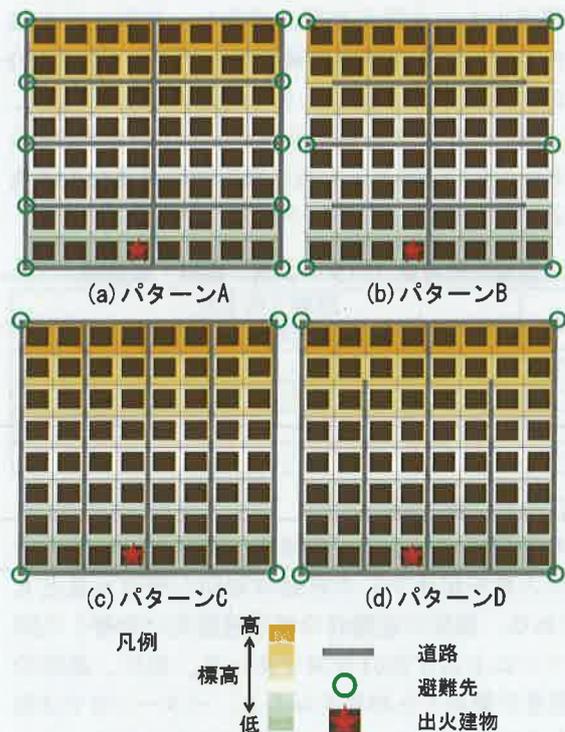


図1 道路配置パターン

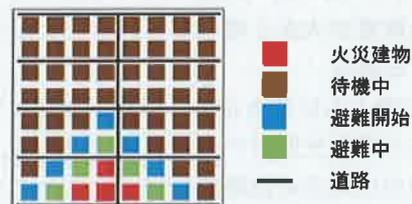


図2 避難を開始する建物

分過ぎ程度から収束しはじめる (図3(a))。また、延焼速度をみると、出火から50分後に斜面上端建物に着火し延焼速度は92.4m/hである。斜面下端の最も右側の建物は32分後に着火しており、傾斜直角方向の延焼速度は103.1m/hである。なお、斜面上端方向への延焼速度は、斜面下方向の風の場合で82.5m/h、斜面上方向時は121.6m/hである。

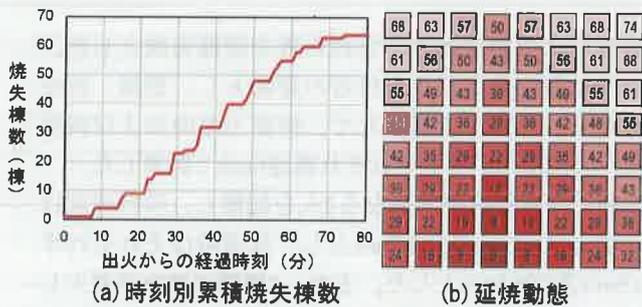


図3 仮想市街地における延焼状況 (無風時)

4. 火災避難安全性評価の試行

(1) 避難困難者の有無

行き止まり道路が無いパターンA及びCについては、無風下・有風下ともに全員が避難に成功し、避難失敗者は発生しなかった。行き止まり道路があるパターンB及びDについては、無風下・有風下ともに避難失敗者が発生しているが、風の有無による差異はパターンDではほぼ見られず、パターンBでは斜面下方向の風の時に避難失敗者数が無風時より数名減少している (表2)。

表2 避難失敗者数 (パターン別、風向・風速別)

	避難失敗者数		
	無風	斜面上方向 6m/s	斜面下方向 6m/s
パターンA	0人	0人	0人
パターンB	32人	32人	28人
パターンC	0人	0人	0人
パターンD	37人	36人	38人

(2) 時系列にみた避難状況

無風時の避難状況として、待機中、避難中、避難成功、避難失敗の人数を出火からの経過時刻別の推移を見たものが図4である。最後の避難成功者が避難先に到着した時刻はパターンによらず約61分後であった。次に、最終的に避難失敗者が発生した時刻をみると、パターンBでは約60分後であるのに対して、パターンDでは約49分後であり、10分以上の差異がみられる。また、パターンDでは30分後程度から避難失敗者が大きく増加していることが分かる。

(3) 避難に失敗する要因

パターンB及びDともに行き止まり道路が存在しているが、前述のとおり避難失敗者の発生状況は異なる。そこで、避難失敗者の出発点の地理的分布をみたところ、行き止まり道路の奥から出発した避難者が避難に失敗して

いることが確認出来た (図5(a),(b))。また、パターンDでは行き止まり道路の入り口近傍であっても、歩行速度が遅い避難者が避難に失敗している (図5(b)中のピンクの建物)。この要因として、パターンDでは行き止まり道路が長く、火災が迫り避難を開始した時点で既に避難経路が絶たれていることが考えられる。また、パターンB及びパターンDの行き止まり道路を解消したものが、それぞれパターンA及びパターンCと見なすことができることから、行き止まり道路の解消は避難安全性を向上させるとも言えよう。

5. まとめ

斜面市街地における火災避難安全性評価の試行を行った。今回設定した条件からは、行き止まり道路がある場合は避難失敗者が発生する、行き止まり道路が長い場合には避難失敗者が多くなるとともに、出火点から遠い点であっても避難に失敗する、等の可能性が示唆された。また、斜面市街地においては行き止まり道路が多くみられることから、行き止まり道路の解消、早期に避難を開始するという対策の重要性が示唆される。

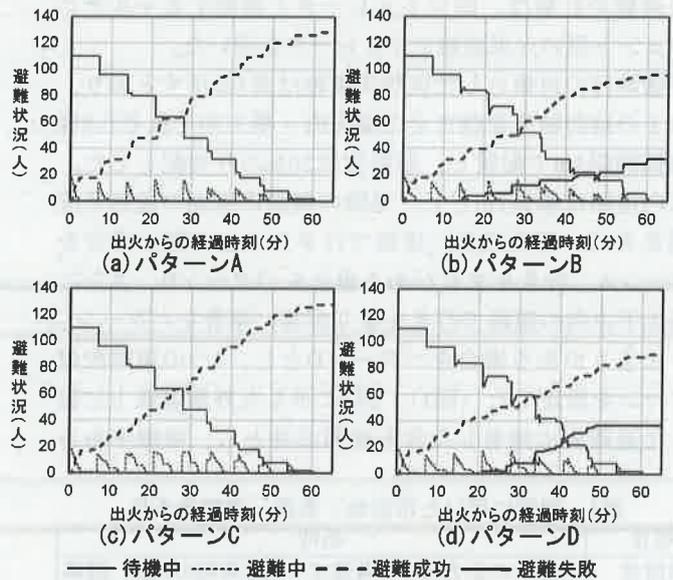


図4 避難状況の推移 (無風時)

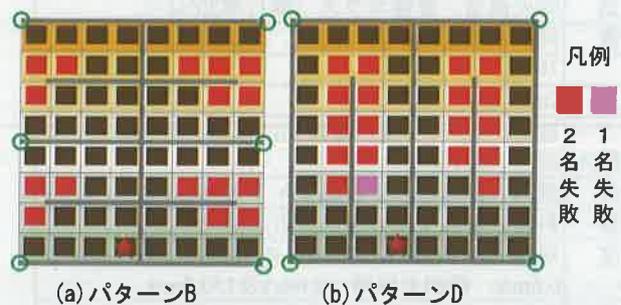


図5 避難失敗者の分布 (無風時)

* 国土交通省国土技術政策総合研究所, 博士 (工学)

** (株) エイト日本技術開発, 修士 (工学)

*** 国立研究開発法人建築研究所, 修士 (工学)

* National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr.Eng.

** Eight-Japan Engineering Consultants Inc., M.Eng.

*** Building Research Institute, M.Eng.