

遠隔授業におけるワークシート試験の試み

A trial of worksheet testing for distance learning

山岸 邦彰

YAMAGISHI Kuniaki

不慮の感染症の拡大により授業の遠隔化を余儀なくされた。試験は授業内容の理解度を図る重要な手段の一つであるが、不正防止のために受験者を一堂に集めて監督する必要がある。近年、Web 上で行われる遠隔試験も多様化してきたが、インターネット接続環境が盤石ではない現状において遠隔試験が忌避され、試験がレポートに代替される場合も多い。そこで、遠隔下において確実に試験を実施できる方法の一案としてワークシート試験の創作と実施を試みた。本論では、ワークシート試験の構成や不正防止対策等について詳述し、実施結果と受験者のアンケート結果について述べる。
キーワード：ワークシート試験、不正防止、自動採点、「鉄骨構造」

The unexpected spread of infectious diseases has made ordinary classes force to be distant learning. Test is one of the important means to improve the understanding of the subject. However, to do tests it is necessary to gather and supervise the students in order to prevent cheating. Although remote tests conducted on the internet have also diversified in recent years, in the current situation where the internet connection environment is not solid, remote tests are to be avoided and are often to be replaced by reports. Therefore, a worksheet test as one idea that is able to surely carry out the test remotely was trialed. This paper shows the structure of the worksheet test and fraud prevention measures in detail, and the results of the implementation and the results of the questionnaire of the students.

Keywords: Worksheet testing, Fraud prevention, Automatic grading, 'Steel structure'

1. はじめに

授業科目の成績評価に際して、期末試験のような定期試験の実施の是非に関する議論は多いが¹⁾、個人が有する知識と応用力を測定するには、結果が定量的である試験は好都合である。不慮の感染症の拡大に伴い遠隔授業を余儀なくされたことにより、科目の期末試験等を実施できなかった高等教育機関は多い²⁾。しかし、やむを得ない事情が生じた場合であっても、試験をレポート等に代替することは、シラバスを構築した指導教員の評価方法を定めた主旨に反すると考えられる。

リアルタイム授業を展開する際に、インターネットに接続できない障害は頻発する。接続障害の主な理由は、学生が使用するパソコンやスマートフォンの問題、サーバーの問題、モデムやルーター等の回線の問題、などがある。2020年9月からリアルタイム授業を展開しているが、筆者の経験では授業終了後に必ず数名からインターネットに接続できなかった、等の報告があった。Microsoft®のOS

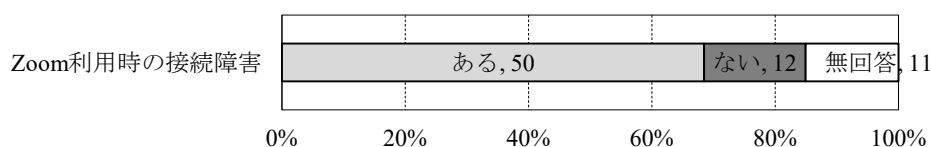


図1 Zoom 利用時の接続障害の経験

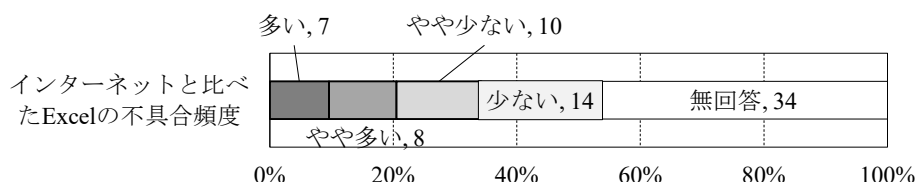


図2 インターネットの接続障害に対する Excel®の不具合発生頻度

Windows® 95 の登場によりインターネットが普及し始めてから 25 年以上経過した現在において、依然として不具合が多発している。

このようなインターネット環境下において、リアルタイムのオンライン試験を実施した場合に、接続障害を訴える学生が頻出することは容易に想像できる。仮に、学生が接続障害に関する虚偽の報告をしてもそれを証明する手段がない。このような学生に対して後日再試験を実施する場合、試験対策に掛ける時間が他の学生とは異なり、受験機会の公平性に反する可能性がある。自宅等、大学施設以外を試験場所とするリアルタイムかつオンラインの試験環境は現時点では脆弱な環境と言わざるを得ない。

そこで、表計算ソフト Microsoft® Excel®のワークシートを用いた、リアルタイムで実施する試験方法（以下、ワークシート試験）を試案し、実践した。本論はその方法の概要と、試験結果について述べる。なお、試験は web 会議システム等のインターネットを介したシステムを使用していない。

2. Microsoft® Excel®を用いたワークシート試験の概要

2. 1 ワークシート試験の基本概念

ワークシート試験の基本概念は 3 つある。1 つ目は、インターネット環境に依存しないことである。インターネット回線のトラブルによりリアルタイムの遠隔授業に参加できない、もしくは参加中に回線が遮断される学生の割合は少なくない。本論で対象としている科目である「鉄骨構造」（2021 年度前学期開講）を受講している学生（73 人）が、Web 会議システム Zoom を利用した際の接続障害に遭遇した割合は約 68%であった（図 1）。試験専用の PC が設置され、イントラネット環境の脆弱性が少ない試験会場において受験する場合、回線トラブルはほとんど生じないと考えられる。しかし、種々の PC や LAN 接続器が利用されるために高頻度で回線トラブルが生じるインターネット環境は、機会の公平性が強く求められる試験に不適切である。一方、PC をスタンドアロンで使用する場合のトラブルの発生頻度は、インターネットの回線障害の発生頻度より少ないと考えられる。図 2 にインターネットの接続障害に対する Microsoft® Excel®の不具合の発生頻度のアンケート結果を示す。アンケート対象者は図 1 と同一である。Excel®の不具合の発生頻度は多いことも分かるが、インターネットの障害発生頻度よりはわずかに少ない。そこで、現在の通信環境下においては、PC をスタンドアロンとして使用する方がよりトラブルの少ない在宅試験の環境を構築できるものとする。

2 つ目は、できる限りの不正防止対策を施すことである。会場で実施される試験では試験監督による監視があるため、不正が生じにくい環境が整備されている。しかし、在宅における試験ではできること

表1 ワークシート試験のシート構成（一部）

No.	シート名	説 明
1	初期値入力	乱数の初期値を入力するシートで、問題が無作為に決定される。解答開始ボタンを押すと、当該シートは非表示となり初期値を変更することができない。
2	問題	解答開始ボタンを押すと、解答欄が設けられた問題が表示される。開始時刻と経過時間が表示される。
3	計算問題 DB	1,000 種類の計算問題を格納したシート
4	正誤問題 DB	209 題の問題文を格納したシート。正誤は確定しており、任意に問題文を変更できない。
5	選択問題 DB	選択肢を格納したシート
6	受講者 DB	受講者の属性を格納したシート
7	鋼材リスト DB	圧延鋼（H 型鋼）の種類に応じた諸元を格納したシート
8	解答経過ログ	当該ワークシートに対して行ったイベントをログする。一定時間ごとに当該 PC が開いているウィンドウ情報を収集する。

DB: データベース

として Web カメラによる監視のみであり、Web カメラが捉え切れない範囲では不正行為を見つけることができない。ただし、PC によっては Web カメラが付属されていない場合があり、このような PC の所有者のみ Web カメラによる監視を免除されることは試験の公平性からは許容されない。

3 つ目は、学生の PC 環境において確実に可動するソフトウェアを使用することである。本学では在学中であれば学生は Microsoft®社製の Word や Excel®を使用することができるため、レポート作成等に使用するこれらのソフトウェアを試験教材として導入することに学生の違和感は少ないと思われる。

以上述べた 3 つの基本概念を元に構築したワークシート試験について、以下に詳述する。

2. 2 ワークシート試験のシート構成

ワークシート試験は全ての出題形式の試験に対応できるものではない。しかし、計算問題、選択問題、正誤問題などの出題形式に対しては好適であると考えられる。ここでは、筆者が所属する建築学科において 2021 年度前学期に開講した授業科目「鉄骨構造」を例として述べる。

表 1 にワークシートの構成を示す。解答開始時刻の直前に学生ポータル *に告知したパスワードを入力した後の初期画面は No.1 の初期値入力シートのみである（図 3(a)）。7 桁の学籍番号と受験者が選択した任意の自然数を用いた演算式から得られる値を初期値 n_0 として、式(1)を用いた合同乗数法により 15 桁の乱数 n_i を取得し、各桁の数値を利用した問題が出題される。

$$n_i = an_0 \bmod b \quad (1)$$

なお、Excel®は IEEE754 に従い、64 bit の場合、15 桁まで表記することができる。ここでは、 $a = 2.26954774 \times 10^{17}$ 、 $b = 2^{50}$ とした。

学生が試験に集中できるように、図 3(a)下部にある解答開始ボタンを押すと、問題シート(No.2)のみが表示され、初期値入力シートは非表示となる。また、受験者が種々の Excel 機能を操作できないようにするためコマンドのアイコンが並びボタメニュー（ウィンドウの上部に機能を表すアイコン等を带状配置した部分）も非表示となる（図 4）。

なお、かつて山岸³⁾は、受験者が入力した初期値に応じて、事前に作成した 1,000 個の計算問題の中から無作為に出題が決定されるワークシート試験を構築した。しかし、ファイルサイズが大きくなること、後述する Excel®の VLOOKUP 関数を多用すると、VBA (Visual Basic for Application) の Now 関数使用時に、画面のちらつきが生じること、等の理由から、VLOOKUP 関数の利用を最小化するため、多数の計算問題を保持しなくてもよい方法に変更した。

* 学生に告知すべき情報を提供するサイトであり、教員が告知することにより自動的に学生の e-mail アドレスに同報される。e-mail の受信の有無とは無関係に、定めた時刻に学生ポータルへ通知する旨を事前に告知しており、学生は同サイトか e-mail を閲覧することによりファイルを開くためのパスワードを取得することができる。閲覧できない場合は、e-mail か電話をするように事前に告知している。

学籍
番号

クラス
番号

氏名

試験を開始する前に、以下の注意事項をよく読んでください。

(1) はじめに、上記「学籍番号」欄に、本人(あなた)の学籍番号を入力せよ。
(本人のクラス番号と氏名が表示されていることを確認する)

(2) 試験は、6方を壁、天井、床に囲まれた空間内において1人で行うこと。2名以上いた場合は不正行為となる。

(3) 出題内容を、本人以外(他人、情報メディアなど)に提示する行為は、不正行為となる。

(4) 試験時間中、本ファイルのみを開いている状態とし、e-シラバスを含む、他のアプリケーションを開けておくこと。
他のアプリケーションが同時に開いている場合は不正行為となる。

(5) 教科書の存在が前提となる問題が出題される。手元に教科書を用意しておくこと。

(6) 9:00学生ポータル上に問題提示のためのパスワードを掲示する。9:00に学生ポータルを確認し、パスワードをメモするか、コピーする。

(7) 試験時間は60分とする。試験開始の合図はないが、問題開示後60分を超えてファイルが開かれている場合は、保存後自動的にファイルが閉じられる。

(8) 本ファイルは、約30秒毎に自動保存処理を行う。保存処理中は2秒程度入力できないので注意されたい。

(9) 10:10までにe-シラバスのレポート課題機能を用いて、当該ファイルをアップロードULすること。ファイルがULされていない場合は試験放棄と見なす。

(10) 試験時間60分が経過する前に、「途中終了」ボタンを押して、試験を終了することができる。
ただし、一旦閉じるとファイルを再び開いても編集(入力)できない。

(11) 試験を続行中の者は、本ファイルを途中で閉じてはけない。

(12) 計算には、本シート之余白(地の欄)を使用してもよいし、電卓を使用してもよい。

(13) PCのトラブル等による再試験は一切しない。試験までにPCを整えておくこと(相談はパソコンセンターへ)。

<解答上の注意点>

(1) 解答は、右に示すような緑色の解答セルに入力する。解答セル以外のセルには入力することができない。
ただし、解答欄の右にある余白(正解には、余白ピンク)は、計算欄として自由に使用してよい。

(2) 解答セル数は50である。

(3) 解答セルの左の指示に従って入力する。解答セルの上には、解答すべき内容の略語が記載されている。

(4) 「数値」の場合は数値を、「選択」の場合は解答セルを選択した際に表示される右端のプルダウンメニューから選択する。

(5) 「数値」の場合は、数値以外のものを入力したら採点されない。Ex. $2.34 \times 10^{-2} \Rightarrow \bigcirc 2.34e2$ (べき乗は"e"を使用)

(6) 「数値」を入力する場合は、解答セルの右にある単位(無次元量もある)に合わせて解答すること。

(7) 解答が数値の場合、正解の数値の $\pm 1\%$ の範囲内を正答とする。

(8) 従って、例えば円周率を3または3.1、 $\sqrt{2}$ を1.4等として計算すると、正答とはならない場合がある。

(9) 数字の前に記号"m"が付いている場合はべき乗を表す。

(10) 変数が2個連続するものは2個目が、3個連続するものは2,3個目がサフィックス(下付き文字)を表す。

D45セルの空欄に、自然数を入力してください(これにより解くべき問題が変わります)。
★類似乱数により出題が変わりますが、表示の機会1回のみです。

数値 1~10,000の好きな自然数
6 ー入力

下の「解答開始」ボタンを押すと問題が表示されると同時に、試験が開始されます。

解答開始

2021年度 鉄骨構造 小テスト(中間試験) 途中終了 St.No. 1922307 Cl.No. 3AA3043 Name ** **

<解答上の留意点> 得点 /100

(1) 解答は、右に示すような緑色の解答セルに入力する。解答セル以外のセルには入力することができない。
ただし、解答欄の右にある余白(余白ピンク)は、計算欄として自由に使用してよい。

(2) 解答セル数は50である。

(3) 解答セルの左の指示に従って入力する。解答セルの上には、解答すべき内容の略語が記載されている。

(4) 「数値」の場合は数値を、「選択」の場合は解答セルを選択した際に表示される右端のプルダウンメニューから選択する。

(5) 「数値」の場合は、数値以外のものを入力したら採点されない。Ex. $2.34 \times 10^{-2} \Rightarrow \bigcirc 2.34e2$ (べき乗は"e"を使用)

(6) 「数値」を入力する場合は、解答セルの右にある単位(無次元量もある)に合わせて解答すること。

(7) 解答が数値の場合、正解の数値の $\pm 1\%$ の範囲内を正答とする。

(8) 従って、例えば円周率を3または3.1、 $\sqrt{2}$ を1.4等として計算すると、正答とはならない場合がある。

(9) 数字の前に記号"m"が付いている場合はべき乗を表す。

(10) 変数が2個連続するものは2個目が、3個連続するものは2,3個目がサフィックス(下付き文字)を表す。

<以下、問題>

1. 以下に示す文章の正誤を判定せよ。

(1) 局部座屈は、面内にせん断力が生じた場合に、主応力が圧縮端となる部分に面外にたわみを生じる現象、である。 選択 (1)

(2) 明確に降伏が見られない鋼の降伏点はオフセット耐力で評価する。 選択 (2)

(3) TMCP鋼は強度を高めた鋼材であるが、靱性に乏しいため、軽量な小規模建築に用いられる。 選択 (3)

(4) 教科書p287の例題について、階数が4であり、2階以上の建築面積が200m²以上あるが、外部階段は直通階段ではないため、この例題では直通階段は1つである。 選択 (4)

(5) 曲げモーメント分布が直線となる梁の左右端のせん断力は、等しくならない。 選択 (5)

(6) 節点移動のある、両端を固定とする、長さ1,000mm、半径10mmの円形断面の鋼材の細長比は、200である。なお、座屈止めはないものとする。 選択 (6)

(7) 幅厚比とは、圧縮力が作用する方向に垂直な平板の断面における2辺の比であり、常に長辺を短辺で除したものである。 選択 (7)

(a) 初期値入力シート (No. 1) (b) 問題シート (No. 2)

図3 ワークシート試験のシートの例

S19																																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z									
1	2021年度 鉄骨構造 小テスト(中間試験)										途中終了		St.No. 1234567		Cl. No. 8AA1001		Name 山岸 邦彰		経過時間 0:00:09		開始時刻 11:48:11		現在時刻 11:48:20												
2																																			
3	<解答上の留意点>																		得点		/100														
4	(1) 解答は、右に示すような緑色の解答セルに入力する。解答セル以外のセルには入力することができない。																																		

図4 Excel® のリボンを非表示とした状況と試験の時刻表示の状況の例

No.2 問題シート (図 3(b)) は問題文の他に、解答欄、余白 (計算欄)、時刻や解答時間等が表示される。また、冒頭に途中終了ボタンが用意され、このボタンを押すことにより試験を途中で終了することができる。なお、途中終了ボタンを一度押すと、再入力することができないことを警告するダイアログボックスが 2 回表示され、2 回の警告に対して了承すると、当該ファイルは保存後終了される (図 4)。

受験者が入力できるセルは解答欄と余白のみであり、セルには数値入力や選択入力などの入力制限を講じている。また、出題図も乱数に応じて変化する。例えば、図 5 は圧縮座屈に関する出題図の例であるが、乱数によって出題が変化し、当該図も変化する仕組みとした。出題図は受験者の設問に対する理解を高めるために重要であるが、パラメータに応じて図を変化させる仕組みを作ることにより多くの労力が割かれることが問題である。図 6 は Excel® のグラフを用いた「鉄骨構造」の試験の出題図の例である。これらの図もパラメータに応じて図が変化するが、図のプロポーシオンの確認などに相当な時間を要する。

遠隔授業におけるワークシート試験の試み

-069-

学生が見ることのできるシートは以上の2シートのみである。それ以外の計算問題 DB, 正誤問題 DB, 選択問題 DB 等は, 各種問題のデータベースであり, 学生はこれらのシートを閲覧することができない。これらのシートは Excel®ブックの保護機能によりパスワードで管理されている。

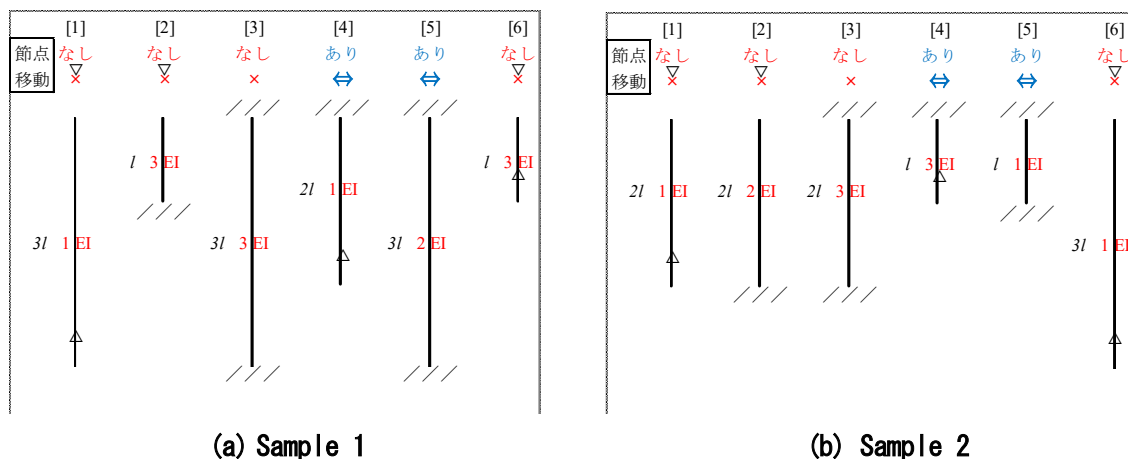
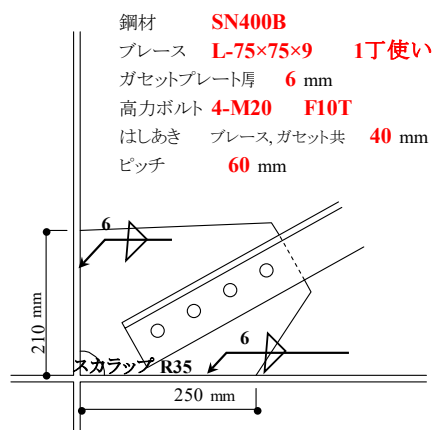
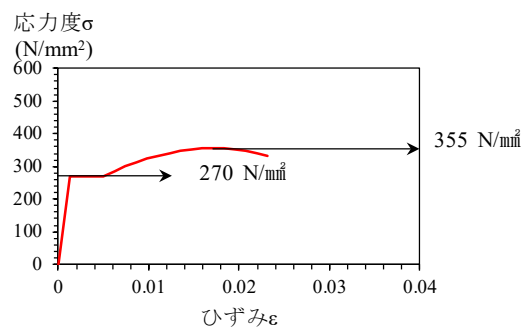


図5 鉄骨構造に関する圧縮座屈に関する出題図の例



(a) ブレース接合部



(b) 応力ひずみ関係

図6 「鉄骨構造」に出題された出題図の例

2. 3 不正防止対策

ワークシート試験を実施しようとする科目の特性にもよるが, 当該科目の試験の不正防止対策として, 以下の3点を実施した。1つ目の対策は, 同一問題が出題される確率を低減させることである。正誤問題については209個の設問から10個抽出し, 計算問題については前述したように15桁の乱数により問題を生成している。前者の場合, 2者に出題された問題が1個以上一致する確率は約40%である。決して低い確率ではない。しかし, 各設問には正誤の2種類の問題文を作成しており, 具体的には, 主語や述語, 用語等を変えており, 前述の確率はその半分となる。受験者同士が通謀して, 互いの出題を照会したり, その解答を見つけ出したりする時間の方が, その問題を解く時間よりも長いと考えられ, 不正を行うことに対する動機が減退すると思われる。後者の場合, 数値は全く異なるものの問題の種類や傾向は同一であるため, 不正を行おうとする者が当該問題の解法を教え合うことにより, 得点を高め合う可能性はある。しかし, この種の問題であっても, 「鉄骨構造」の試験自体が教科書等の閲覧が許され

ている試験であり、解法は教科書等にも書かれているため、教える側も自らの解答時間を犠牲にして他者に教える動機は生じにくいと考えられる。ただし、解法のヒントが書かれている箇所を指摘することは短時間でできるため、このような不正行為は行われる可能性がある。

そこで、2 つ目の対策は、出題数の増加である。問題数が多い場合、解答し終えることに注力せざるを得ず、受験者同士が問題の解法と解答を教えあう機会と意欲が減少するものと考えられる。しかし、問題の難易と出題数の調整が難しい。前述した「鉄骨構造」のワークシート試験は2 回目（2 年目）であり、平均的に全問解答するために必要な時間と解答時間がほぼ等しいことが分かっている。ただし、慣例的な筆記形式と比べて Excel®上で計算し（受験者が用意した計算用紙を用いて計算してもよい）、解答を入力するという特異な形式に不安と緊張を感じる受験者も多いと考えられる。そこで、試験の1～2 週間前に、同一形式であるが出題が全く異なるサンプル試験を実施して、受験者の不安軽減に努めた。

3 つ目の対策は、表示されているウィンドウ枠の定期的なロギングである。試験では、試験用の Excel® ファイル以外を開くことを禁止することを事前に告知している。Web ブラウザやメーラー等が立ち上がっていると、10 分毎のタイミングで開いているウィンドウのログを取ることで、受験者の試験中の PC の使用状況が分かる。例えば、試験中または後に作成した他の受験者から送られたファイルを開くと、ロギングのタイミングで当該ファイルが開かれていることが記録される。しかし、他の PC やスマートフォン等、試験ファイルが開かれている PC 以外の手段を用いて通謀する場合、この行為を捕捉することはできない。仮に Web カメラによる監視ができたとしても、画面外にこれらの機器があれば同様に捕捉することはできない。なお、本試験では Web カメラがない受験者がいるため、カメラによる監視は行っていない。また、自宅の背景が映し出されることを強要することはプライバシー保護の観点から困難であるとする。

以上述べた3 つの対策は、現時点の Web 環境下における在宅試験の最大限でき得る対策であろう。

2. 4 その他の機能

試験時間を適正とするために、2. 2 節で説明したような解答時間等の表示機能と、所定の試験時間が経過した後に自動的にファイル名の変更、保存、および終了をする機能を備えた。ほとんどの受験者が所有しているスマートフォンは NITZ(Network Identity and Time Zone)に対応しているため、学生は正確な時刻を知ることができる。しかし、一般的な会場における試験とは異なり、受験環境を受験者自らが整備する必要がある。環境整備に関わる様々なトラブルが生じ得るものとする。そこで、ファイルを開くパスワードの告知を試験開始時刻の1 分前として、1 分程度の開始時刻の誤差を許容して試験を実施している。1 分間で他人に教えることのできる情報量は限定的であり、前述した出題の工夫から、顕著な不正は生じないものとする。仮に、試験開始時刻が早まっても解答時間が経過した直後に当該ファイルは強制的に保存され、Excel®が終了する。また、ファイルを閉じる際にワークシートの編集ができないようにセルにロックを掛けているため、試験終了後のファイル（以下、解答ファイルという）を開いても修正や追記ができない。このようにして作成された解答ファイルを、試験終了予定時刻後の10 分以内に学生ポータル経由で受験者がアップロードすることによって試験を終了する。その後、教員はアップロードされたファイルを一括してダウンロードすることにより、全解答ファイルを取得することが可能である。

また、取得された解答ファイル群を自動的に、採点、PDF (Portable Document Format)化するワークシートを構築した。ワークシート試験の作成準備には相当の時間が必要であるが、このような採点作業を自動化できることは大きな利点である。解答は全てワークシートのセル（解答セル）に入力されており、これらの解答セルと余白以外は入力が許可されていないため、解答セルのみの正誤を判定すればよい。正誤問題や択一問題は入力規則により選択して解答するため、文字、送り仮名、全角と半角などの違いは生じない。また、計算結果については、許容誤差±2%以内を正答としているため、解答セルに

入力された値が正答範囲内にあるかを判定すればよい。正答の場合は当該解答セル色を青に、誤答の場合は赤に変更する（図 7）。このようにセル色が修正されたものを、学籍番号が書かれたファイル名の PDF ファイルに変換することにより、教員は受験者に PDF 化された解答ファイルを一斉に配布することができる。解答ファイルを開いたり閉じたり、また PDF に変換したりするために一定時間を要するが、試験終了後 10 分以内には受験者へ答案ファイルを返却することができる。

4. 右図の短期曲げモーメントが生じている下記条件のH形鋼を用いた梁の曲げに対する許容応力度設計をする。
以下の空欄を埋めよ。なお、図中の曲げモーメントは絶対値で表現している。

F値 325 N/mm²
H型鋼 H-250×125×6×9
横補剛区間 5 m

100 kNm
20 kNm

横座屈補剛区間 5 m
左端 100 kNm 右端 20 kNm
短期曲げモーメント分布図

(1) 上記のH型鋼の規格の数字 250 と 125 は、それぞれ何を表しているか。

数値250の意味
選択 せい
数値125の意味
選択 辺(幅)

(2) このH型鋼のフランジとウェブの幅厚比を計算し、これらの幅厚比制限値を求めよ。
なお、幅厚比の計算方法および制限値は、教科書p.118 表6.1による。

【幅厚比】 【幅厚比制限値】

フランジ	ウェブ	フランジ	ウェブ
数値 6.944	数値 27.667	数値 13	数値 40

(3) 上図のような横座屈補剛区間において、曲げモーメント分布の場合の名称を、選択して選べ。

名称
選択 単 曲率

(4) 弾性横座屈モーメントは曲げモーメント分布の状態により補正係数Cを乗じる必要がある。
Cを計算する場合に、 M_1 と M_2 を求める必要があるが、本間の M_1 と M_2 はいくらか、絶対値で答えよ。
また、Cの値はいくらか。

$ M_1 $	$ M_2 $	C
数値 100 kNm	数値 20 kNm	数値 1.972

図7 「鉄骨構造」の返却された答案の例（赤地部分が誤答）

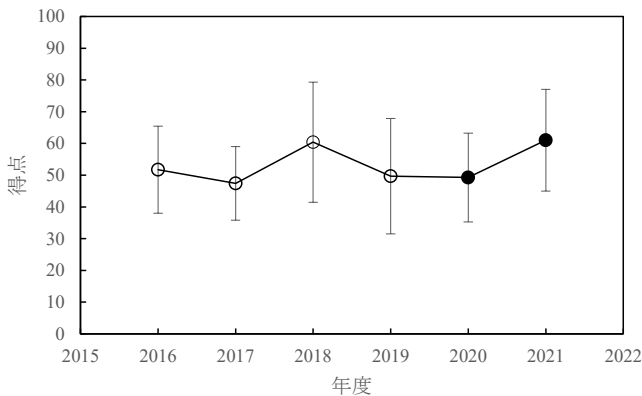


図8 「鉄骨構造」の中間試験の平均値および標準偏差の推移（黒丸はワークシート試験）

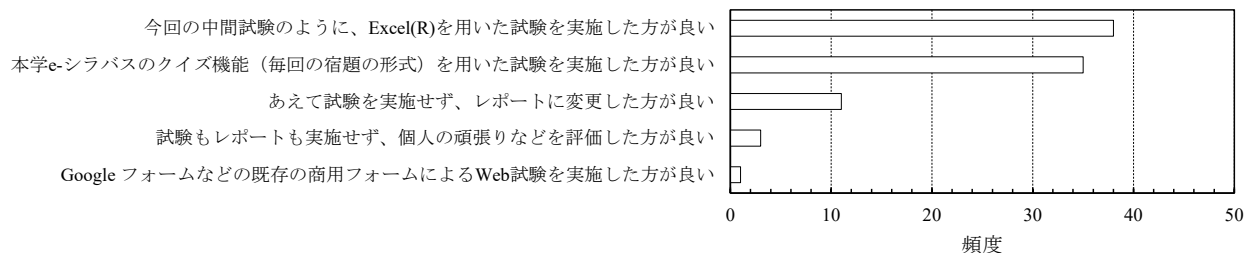


図9 遠隔授業下で実施される試験の形態に関する授業アンケート結果

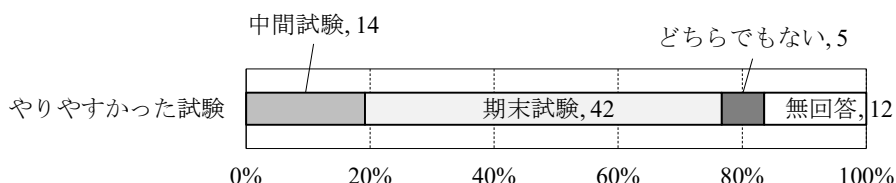


図10 学生にとってやりやすかった試験形態
(中間試験[ワークシート試験], 期末試験[紙媒体試験])

3. 試験結果とワークシート試験の実施に関する学生アンケート

3. 1 試験結果

2021年度の「鉄骨構造」では中間試験と期末試験を実施している。このうちワークシート試験を実施したのは中間試験である。中間試験の問題別の配分は、試験範囲における正誤問題が20%、圧縮座屈および許容圧縮応力度の計算に関する問題が26%、応力-ひずみ関係の読み取りや降伏曲げモーメント、全塑性モーメントに関する問題が14%、梁の横座屈モーメントや許容曲げ応力度に関する問題が40%であった。図8に試験の得点の平均値および±標準偏差を示す。白丸は筆記試験、黒丸はワークシート試験の結果である。満点が100点の試験であるが、ワークシート試験では平均値は61.0点、標準偏差は16.0点であった。このような試験形式であっても、平均値は過去6年間の平均値の変動内であり、通常の筆記試験の結果と遜色ない。

3. 2 学生アンケート結果

ワークシート試験の実施に関連したアンケートを実施した。アンケートの設問は19あるが、この中で本論に直接関係する2問についてその結果を述べる。

はじめに、全国的に授業の遠隔化に伴い試験の実施を見送る科目が多い中、遠隔下における試験実施に関する意見を2個以内の選択式で回答させた。設問は、「もし、すべての授業が遠隔となった場合、通常実施される紙媒体の試験が実施できなくなります。このような場合の試験実施方法について、適切と思われるものを最大2つ選択してください。」である。図9にその結果を、頻度の高い順に示す。本論で述べたようなワークシート試験の実施と、eシラバス†のクイズ機能を用いた試験の実施を選択した学生は多い。試験を実施せずにレポート等に代替すべきとの回答数は11(15%)、試験もレポートも実施せ

† eシラバスとは、授業明細に即してレポート、クイズ、授業資料の提示などをオンライン上で行うことのできるシラバスであり、2016年度から金沢工業大学において本格的に運用された授業科目のプラットフォームである。Moodle™のようなクイズを出題することが可能である。

ずに個人の頑張りを評価すべきとの回答は 3(4.1%)であった。試験が低得点であった学生に対する成績回復のための追試験を実施しないことを本科目のオリエンテーションで公言しており、試験の素点が直接成績に反映されることを考えると、試験は学生にとっては相当の緊張を強いられるものと思われる。しかし、敢えて緊張の度合いの低いレポート等の代替を選択せず、ワークシート試験やe シラバスのクイズを選択していることを考えると、学生は知識習得型の授業内容に対する理解度を測る手段として試験を指向しているものと考えられる。

これに対して、通常の筆記試験を実施した期末試験と、ワークシート試験とした中間試験のうち、やりやすかった試験を選択してもらった結果を図 10 に示す。設問は、「中間試験と期末試験（紙媒体）のうち、どちらの試験の方がやりやすかったですか？」である。この結果、期末試験の回答数が 40(57.5%)であり、期末試験を選択した学生が過半を占めた。本アンケートは授業の最終回（第 15 回）に実施しており、中間試験の実施回（第 7 回）に比べて期末試験の実施回（第 13 回）の方がアンケート実施日に近く、期末試験の記憶の方が強いと思われる。期末試験の平均点は 59.1 点（標準偏差は 18.9 点）であり、中間試験の結果と遜色ない。しかし、期末試験を選択する学生が多かったことは、従前から実施されてきた紙媒体の試験に対する慣れを重視したものと思われる。ただし、中間試験を選択した学生が 14 人(19.2%)いる。選択理由を尋ねていないため推測とはなるが、計算の補助として筆記試験のみ使用可能な電卓よりもセルの参照ができる Excel®の方が効率的に計算することができるため、ワークシート試験を好んだ学生がいたと思われる。

4. おわりに

インターネット接続環境が盤石とは言えない現在における、オンライン授業下の試験方法の一試案を提示した。表計算ソフトに若干の工夫を加えることにより、ほぼリアルタイムで遠隔にて試験を実施することができた。各 PC のクロックの利用と、乱数を用いたランダムな出題により、ほぼ不正を回避することができたと考える。Moodle™等の既存の出題システムを用いた試験や、入力フォームを利用した試験等は遠隔試験の主要かつ主流な手段であろう。しかし、これらの既存のシステムの利用は、不正防止のために全受験者に対するユニークな出題が困難である。複数の問題からランダムに出題する機能はこれらのシステムも備えているが、事前に全ての問題を準備する必要がある、その準備には多大な時間を要する。例えば、出題図が全て特異である場合、これらの図の作成と登録が必要になるが、その作業は膨大で煩雑である。一方、Excel®を利用すれば数値の変化によりグラフが変化し出題図が変化するため、出題図の変更が容易である。ただし、出題の意図に沿ったグラフの準備と確認に対して相当の時間を要する。試験は、受験者の理解を促す重要な方法の一つであり、多様な方法が考えられる。しかし、既存のシステムの仕様に拘束され、試験の創意工夫が阻害されることは本末転倒である。

本論では、表計算ソフトとして Excel®を利用したが、当該機能をインストールできるソフトウェアがあれば必ずしも Excel®を用いる必要はない。ワークシート試験を作るにあたり、コーディングとバグ潰しに相当な時間を要した。原始的ではあるがオンラインに頼る必要のないこのようなソフトウェアのベンダーの登場が俟たれる。

参考文献

- 1) 齋藤貴弘: 学校教育における定期テストに関する研究の動向, 教育ネットワークセンター年報, 2016, 16, pp. 55-66 (2021.5.22 閲覧)
https://www2.sed.tohoku.ac.jp/~edunet/annual_report/2016/16-05_saito.pdf
- 2) 文部科学省: 大学等における後期等の授業の実施状況に関する調査, 2020.12 (2021.5.23 閲覧)
https://www.mext.go.jp/content/20210212-mxt_kouhou02-000006590_1.pdf

- 3) 山岸邦彰: オンライン授業における試験実施方法の一試案 Excel®を用いたワークシート試験, 日本工学教育協会, 2021 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp. 384-385, 2021.9

[受付日 令和 3 年 (2021 年) 8 月 18 日, 採択日 令和 3 年 (2021 年) 11 月 5 日]



山岸 邦彰
教授・博士 (工学)
建築学部
建築学科
地域防災環境科学研究所
耐震工学