

課題情報シート

課題名：	PC a パネルを用いた外断熱型鉄筋コンクリート造の開発		
施設名：	九州職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	建築施工システム技術科
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

鉄筋コンクリート施工・施工管理課題実習、施工実験、維持保全実習、安全衛生

(2) 課題に取り組む推奨段階

標準課題実習終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

地球環境問題や省エネルギー、産業副産物の有効利用等の建築を取り巻く背景やコンクリート工学や試験体製作と構造実験による施工や測定技術、解析技術などの習得をします。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：3人

時間：468時間

今後の持続可能な社会システムの形成や安心して住める建築とするには、耐震性や耐火性に優れ、何世代も住み続けられる耐久性の高い建物の普及が望まれます。加えて、木造などに比べてエネルギー消費量が多い鉄筋コンクリート建築物は、現在以上に長寿命化を確立する必要性があります。

また、昨今の良質なコンクリート用の骨材資源の枯渇の現状を踏まえると、今後はアルカリシリカ反応（以下、ASR と称す）の骨材の活用、もしくは反応を抑制する手法を確立することも重要です。そのため、ASR を起こす骨材が混入しても耐久性や構造性能の低下を抑える工法が望まれます。写真1に示す小型プレキャストパネル（以下、PCa パネルと称す）を用いた外断熱型の型枠工法は温熱環境が優れており、これらに対しても有効と考え、長期に渡る構造性能と耐久性を明らかにすることを目的としています。

課題の成果概要

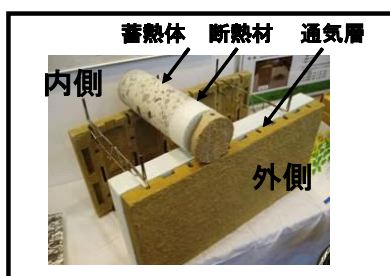


写真1 通気層を持つ外断熱工法の構成

表1 構成材料の物性

Pcaパネル	加圧成型 かさ密度 2.30 圧縮強度: 50N/mm ² (材齢7 日)、PVA繊維混入
緊結金物	ステンレス製 φ 4.2mmを2.7mm× 5.3mmに圧延
断熱材	押出法ポリスチレン フォーム保温板 A)50mm

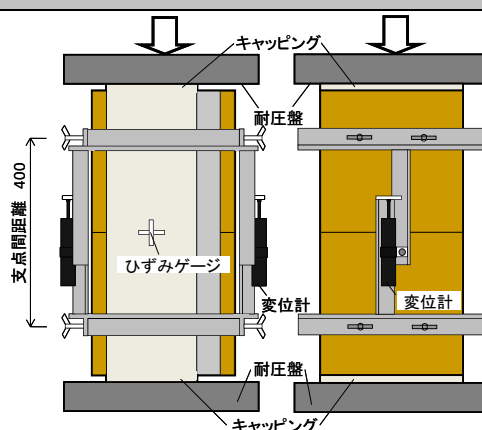


図1 プリズム試験体の圧縮試験方法

写真1に示す外断熱工法は、構造体である打設コンクリートに、屋外側はPCaパネルと断熱材、室内側はPCaパネルのパーマネント型枠で構成しています。本実験では、この構造体の性能に対して、パーマネント型枠が及ぼす影響を図1に示す圧縮試験により検証しました。

試験体Iの強度を1とすると、断熱材片面のみである試験体IIIおよび断熱材両面の試験体IVの強度の比率はそれぞれ5%、7%と最大圧縮強度が向上しました。一方、PCaパネルを用いた試験体Vは最大強度に差が見られませんでした。この理由として断熱材はPCaパネルより圧縮による試験体の変形に対して追従しやすく、破壊時の構造体の崩壊を分散する効果があるためと考えられます。次に、緊結金物をコンクリート構造体に埋め込んだ試験体IIとVI及びVIIの試験体を試験体Iと強度比率で比較すると、試験体IIが11%、試験体VIとVIIはそれぞれ14%、8%と向上しています。以上から緊結金物や断熱材などの構成材料が強度へ与える影響を確認する事が出来ました。

試験体番号	I	II	III	IV	V	VI	VII
試験体形状							
試験体寸法 (W×D×H)	300×190×600	300×190×600	300×240×600	300×290×600	300×250×600	300×250×600	300×300×600
打設コンクリートの種類	調合N/調合A	調合N	調合N	調合N	調合N	調合N/調合A	調合N/調合A
構成材料	コンクリート製加圧成型パネル	無し	無し	無し	無し	有り	有り
	緊結金物	無し	有り	無し	無し	無し	有り
	ポリスチレンフォーム保温板	無し	無し	片面	両面	無し	無し

図2 プリズム試験体の種類

表2 調合Nを用いた材齢56日のプリズム試験結果

試験体番号	I	II	III	IV	V	VI	VII
3体の圧縮強度平均 単位(N/mm ²)	25.5	28.3	26.7	27.4	25.6	29.2	27.5
圧縮強度標準偏差	0.7	2.1	2.0	2.0	3.2	1.3	0.8
試験体Iの強度を1とした比	1.00	1.11	1.05	1.07	1.00	1.14	1.08

表 3 促進中性化試験に用いたコンクリートの調合

調合記号	セメントの種類	W/C			単位重量 (kg/m ³)			水和剤
		S/A %	%	水	セメント	細骨材	粗骨材	
調合B	高炉セメントB種	50	46	175	350	802	971	AE減水剤
試験方法	JIS A 1153 に準じる							
養生方法	材齢4週まで湿空養生、相対湿度60±5%、温度20±2°Cの恒温恒湿室に8週まで静置							
測定方法	測定箇所は、1側面につき6等分した5か所							
試験体寸法(mm)	100×100×400	100×160×130	100×260×130					
構成材料	断熱材	無し	無し	有り				
	PCパネル	無し	有り	有り				

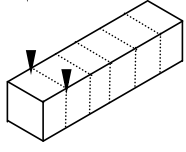
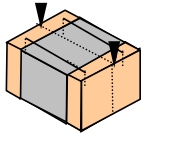
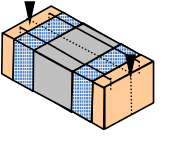
※▼ は割裂位置を示す		
		
供試体Aの形状	供試体Bの形状	供試体Cの形状

図 3 促進中性化試験の概要

表 4 中性化深さ (mm)

供試体名	促進養生期間(週)			
	2	4	8	13
A	5.5	8.7	11.1	13.0
B	0.0	0.0	0.0	0.0
C	0.0	0.0	0.0	0.0

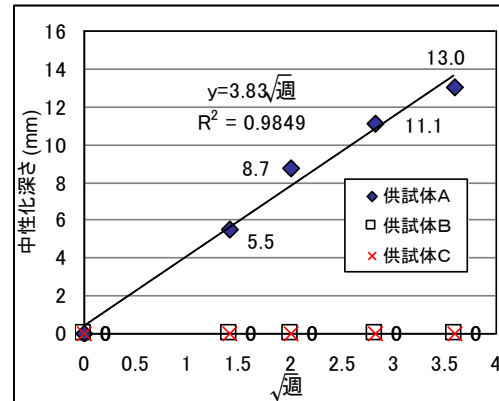


図 4 中性化深さの測定結果

次に PCa パネルや断熱材の中性化抑制効果を検証する目的で、促進中性化試験を行いました。本試験には、一般に使用される普通ポルトランドセメントと比較して、中性化の発生率が高い高炉 B 種セメントを使用しました。図 3 にその供試体形状を示します。供試体 B は写真 1 の室内側を、供試体 C は屋外側を想定しています。試験方法は、JIS A1153 に準じ、養生方法は材齢 4 週まで湿空養生し、その後 8 週まで相対湿度 60%、温度 20°C の室内に静置しました。促進中性化試験は、温度 20 °C、相対湿度 60%、CO₂濃度 5% の環境下で中性化を促進させました。

表 4 は、促進期間 13 週までの試験結果を示します。供試体 A の中性化深さは 13mm まで進行しました。一方、供試体 B と C は 13 週経過しても中性化は進行していません。この中性化深さと促進期間 (週) の平方根の値との関係を図 4 に示します。供試体 A の回帰式の相関係数は 0.98 と非常に高く、中性化速度係数は 3.83 となっています。図 5 は供試体の促進期間が 13 週時の中性化状況を示します。供試体 B は 13 週を経過しても PCa パネル自体も中性化していません。




試験体名	A	B	C
試験体寸法(mm)	100×100×400	100×160×130	100×260×130
構成材料	断熱材	無し	有り
	PCパネル	無し	有り
促進養生期間(週)	13		
中性化深さ(mm)	13.0	0.0	0.0
中性化状況			

図 5 13週を経過した促進中性化試験結果

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

テーマ内容に関して、これまで開発課題で工法・部材の開発や施工性および温熱環境の検証を行いました。今回は、これまでの内容を踏まえ、耐久性能と構造性能の検証を行いました。

試験体の製作数が多く、安全に大量の試験体をつくる製作方法の検討から始めました。実験方法も、既成の装置が無いため、実験時の治具の設計から行いました。また、実験が終了するまで、試験体の数も多く、試験体の試験手順や試験機への据え付け方法等を工夫するなど、大変な作業の連続でした。また、試験結果の解析後のグループディスカッション時には、全員納得するまで討議しました。これらの経験を、社会に出てから活かしてほしいと思います。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ○実験計画力 ○試験結果の解析力 ○プレゼンテーション力 ○企画から製作までの過程の中で創意工夫や問題解決能力を向上 	<p>◇パーマネント型枠材料であるコンクリート製パネルや断熱材および緊結金物が、構造体の構造性能や耐久性に与える影響を確認する方法や実施手順を工夫しました。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●興味のない学生に、興味を持たせました。 ●途中の成果を必ず確認しました。 ●口頭報告だけでは済まないことを指導しました。 ●報告時には、必ず進捗の確認を行いました。 ●実習時の安全対策については十分配慮しました。 ●開始時には、必ず集合し、問題点等確認して実習に取りかかりました。

<所見>

最近の学生の傾向として、難しく面倒な内容は拒否意識が高く、開発課題に対して興味を持たせることが大切です。グループディスカッション時には、大変ですが、学生全員が納得するまで討議することが大切と感じています。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 九州職業能力開発大学校
住所 : 〒802-0985
 福岡県北九州市小倉南区志井 1665-1
電話番号 : 093-963-0125（代表）
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/fukuoka/kpc/>