
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

1st. Semester Examination
2004/2005 Academic Session
Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

October 2004

EAS 662/4 – Structural Retrofitting Technology
EAS 662/4 - (Teknologi Pemulihan Struktur)

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Instructions to candidates:

Arahan kepada calon:

1. Ensure that this paper contains **FIVE (5)** printed pages.
Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA (5) muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. This paper contains **FIVE (5)** questions. Answer **FOUR (4)** questions only. Marks will be given to the **FIRST FOUR (4)** questions put in order on the answer script and **NOT** the **BEST FOUR (4)**.
Kertas ini mengandungi LIMA (5) soalan. Jawab EMPAT (4) soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi EMPAT (4) jawapan PERTAMA yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya EMPAT (4) jawapan terbaik.
3. All questions **CAN BE** answered in English or Bahasa Malaysia or combination of both languages.
Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia ataupun kombinasi kedua-dua bahasa.
4. Each question carry equal marks.
Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.
5. All question **MUST BE** answered on a new sheet.
Semua jawapan MESTILAH dijawab pada muka surat yang baru.
6. Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.
Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Explain how patched accelerated corrosion could occur and describe a suitable technique to overcome or reduce the risk of it occurring. Use appropriate sketches to aid your explanation.

(a) Jelaskan bagaimana "patched accelerated corrosion" berlaku dan terangkan satu kaedah yang sesuai untuk mengelakkan atau mengurangkan risiko perkara ini berlaku. Gunakan lakaran yang sesuai untuk membantu penerangan anda.

(10 marks)
- (b) With the aid of appropriate sketches, explain how galvanic and impressed current cathodic protection systems work.

(b) Dengan berbantuan lakaran-lakaran tertentu, jelaskan bagaimana sistem perlindungan katod galvanik dan sistem perlindungan katod arus bekasan berfungsi.

(12 marks)
- (c) Explain why impressed current cathodic protection is not recommended for corrosion damage prestressed concrete structure or prestressed concrete structural elements.

(c) Jelaskan kenapa sistem perlindungan katod arus bekasan tidak sesuai untuk struktur konkrit atau elemen struktur konkrit pra-tegasan.

(3 marks)
2. (a) Sulphate attack is one of the problems normally encountered in existing concrete structures in this country, especially those exposed to marine environment, ground and groundwater, as well as structures in industrial areas. Explain in detail how sulphate attack occurs and causes damaging effects to concrete structures.

(a) Serangan sulfat adalah salah satu masalah yang selalunya dialami oleh struktur konkrit di negara ini terutamanya yang terdedah kepada persekitaran laut, tanah dan air bumi, serta kawasan industri. Jelaskan secara terperinci bagaimana serangan sulfat berlaku dan mendatangkan kesan yang memudaratkan kepada struktur konkrit.

(8 marks)
- (b) Discuss the measures that could be taken to prevent or reduce the risk of occurrence of sulphate attack.

(d) Bincangkan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengelakkan atau mengurangkan risiko berlakunya serangan sulfat.

(5 marks)
- (c) You are required to assess the sulphate resistant performance of several cementitious repair materials. Suggest three tests that could be used and describe how the sulphate resistant performance of the repair materials could be assessed using one of the tests suggested.

(c) *Anda perlu membuat penilaian ke atas prestasi rintangan sulfat bagi beberapa bahan baik pulih yang berasaskan simen. Cadangkan tiga kaedah ujian yang boleh digunakan dan jelaskan bagaimana prestasi rintangan sulfat bagi bahan-bahan baik pulih berkenaan boleh dinilai dengan menggunakan salah satu daripada ujian yang dicadangkan.*

(5 marks)

(d) A reinforced concrete school building located in Grik, Perak has been reported to undergo reinforcement corrosion 20 years after construction. The cracks appear to be uniform and run approximately in the direction of the reinforcement. Explain the probable cause of the corrosion problem. Describe in detail the mechanism of reinforcement corrosion at work.

(d) *Sebuah bangunan sekolah konkrit bertetulang di Grik, Perak telah dilaporkan mengalami masalah pengarat tetulang 20 tahun selepas dibina. Retak-retak yang terbentuk adalah seragam dan memanjang dalam arah kedudukan tetulang. Jelaskan kemungkinan punca kepada pengarat yang berlaku. Huraikan dengan terperinci mekanisma pengarat tetulang yang berlaku.*

(7 marks)

3. (a) The durability and long-term performance of concrete could be improved by giving consideration to aspects related to materials selection, mix proportions, construction practices, compliance requirements and maintenance. Discuss how more durable concrete structures could be produced by taking into account the five aspects listed.

(a) *Ketahananlasakan dan prestasi jangka-panjang konkrit boleh ditingkatkan dengan memberi penekanan kepada aspek-aspek yang berkaitan dengan pemilihan bahan, nisbah campuran, praktik pembinaan, keperluan-keperluan spesifikasi (compliance requirements), dan penyenggaraan. Bincangkan bagaimana struktur konkrit yang lebih tahan lasak boleh dihasilkan dengan mengambil kira lima perkara yang disenaraikan.*

(20 marks)

(b) Describe the concept of performance based specifications for concrete and compare with what is being practiced currently.

(b) *Huraikan konsep “performance based specification” untuk konkrit dan bandingkan dengan apa yang dipraktikkan sekarang.*

(5 markah)

4. (a) Explain **FIVE (5)** reasons for structural appraisal/assessment.

(a) *Jelaskan LIMA (5) sebab untuk penilaian/penaksiran struktur.*

(5 marks)

(b) A structural appraisal has to be carried out onto an existing reinforced concrete structure which is undergoing reinforcement corrosion. Suggest five testing techniques that could be used in the appraisal process. For each test suggested, explain why it is required.

(b) *Satu penilaian struktur perlu dijalankan ke atas struktur konkrit bertetulang yang mengalami pengaratn tetulang. Cadangkan lima kaedah ujian yang boleh digunakan di dalam proses penilaian. Untuk tiap-tiap ujian yang dicadangkan, jelaskan kenapa ia diperlukan.*

(10 marks)

(c) An experimental investigation has been performed in an attempt to assess the waterproofing efficiency and performance of three types of surface treatments, namely; epoxy, silane and sodium silicate upon exposure to chloride environment. The results of the tests performed are given in Table 1.0.

Table 1.0 : Mass of concrete specimens exposed to NaCl (gram)

Exposure period (months)	Surface treated			Controlled (Untreated)
	Epoxy	Silane	Sodium silicate	
0	2445*	2430*	2430*	2420*
1	2450	2448	2450	2465
3	2457	2457	2463	2483
6	2460	2485	2468	2493
12	2462	2505	2472	2510

* Note: Dry mass before exposure to NaCl

From the test results given in Table 1.0, calculate the water absorption for all specimens and determine the waterproofing efficiency index for the treated specimens. Use an appropriate table for your answer. Compare and discuss the waterproofing efficiency performance of the surface treatments for the duration of the test period. Use an appropriate graph for the comparison.

(c) *Satu siri eksperimen telah dijalankan untuk menilai keberkesanan dan prestasi kekedapan air bagi tiga jenis rawatan permukaan iaitu “epoxy, silane dan sodium silicate” apabila didedahkan kepada persekitaran berklorida. Keputusan ujian-ujian yang telah dijalankan diberikan di dalam Jadual 1.0.*

Daripada keputusan yang diberikan, tentukan penyerapan air untuk semua spesimen dan tentukan indeks keberkesanan kekedapan air bagi spesimen yang dirawat. Gunakan jadual yang bersesuaian untuk jawapan anda. Bandingkan dan bincangkan prestasi kekedapan air bagi rawatan permukaan yang diuji untuk tempoh masa ujian. Gunakan graf yang sesuai untuk perbandingan.

(10 marks)

5. (a) Defects and deterioration of concrete normally manifest themselves in the form of cracks. Describe how plastic shrinkage crack and early age thermal contraction crack occur. Lists the steps that could be taken to reduce the risk of thermal contraction crack occurring.

(a) *Kecacatan dan kemerosotan konkrit selalunya ditunjukkan oleh pembentukan retakan. Huraikan bagaimana retak pengecutan plastik dan retak pengecutan haba berlaku. Senaraikan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan risiko pembentukan retak pengecutan haba.*

(5 marks)

- (b) Crack can normally be repaired using a suitable resin. Describe the required characteristics of a resin to be used in repair of structural cracks. Explain the processes involved in crack repair. Use suitable sketches in your explanation.

(b) *Retak boleh dibaiki menggunakan resin yang sesuai. Jelaskan ciri-ciri yang perlu ada pada resin yang digunakan untuk membaiki retak struktur. Terangkan proses-proses yang terlibat di dalam pembaikan retak. Gunakan lakaran-lakaran yang sesuai di dalam penjelasan anda.*

(5 marks)

- (c) Jacketing is one of the techniques commonly used the repair and strengthening concrete structural elements. Describe the processes involved in jacketing for the purpose of repair and strengthening of corrosion damaged reinforced concrete columns of a jetty. Use a suitable sketch to aid your explanation. Discuss the important properties of the repair material to be used in the repair process.

(c) *“Jacketing” adalah salah satu teknik yang selalunya digunakan dalam pembaikan dan penguatan elemen struktur konkrit. Huraikan proses-proses yang terlibat di dalam “jacketing” untuk tujuan pembaikan dan penguatan tiang-tiang jeti yang mengalami pengurangan tetulang. Gunakan lakaran yang sesuai untuk membantu penjelasan anda. Bincangkan sifat-sifat penting yang perlu ada pada bahan baik pulih yang akan digunakan di dalam proses pembaikan.*

(15 marks)