

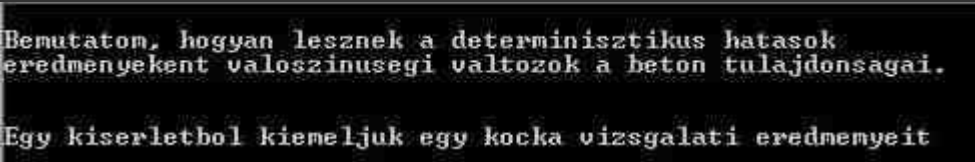
A beton minőségének szórásáról

Régi probléma, hogy ha egyszer tudjuk, hogy hogyan kell betont tervezni, mi befolyásolja a beton szilárdságát, akkor miért van mégis az, hogy az elkészült betonok tulajdonságai oly nagy mértékben változnak, hogy az mind a készítőnek, mind a felhasználónak gondot okoz. Egy más célra készült kísérlet eredményeiből kiválasztott mintákon szemléltetem, hogyan alakul ki a beton minőségének szórása

Determinisztikus az a hatás, amelyről szinte egyértelműen tudjuk, hogy ha annak értéke megváltozik, akkor ez a változás milyen hatással van az eredményre.

A valószínűségi változóról akkor beszélhetünk, ha a tényezők hatását, sőt egymásra hatását nem ismerjük, vagy nem tudjuk nyomonkövetni, ezért az eredmények látszólag véletlen jelleggel változnak. Ez mind az építmények tervezését, mind a kivitelezését, végül pedig a minőség megítélését rendkívül megnehezíti.

Sajnos, ha a minőséget valószínűségi változó értékeiből szertnénk meghatározni, akkor nagyon sok mérést kellene végezni a viszonylag megbízható ítélet meghozatala érdekében. Ez általában lehetetlen. Marad tehát az, hogy véletlen jelleggel előállt minőségi jellemzők értékeiből ugyancsak véletlen, de kisszámú minta alapján kell dönten. Ennek a folyamatnak a megértéséhez célszerű az alábbi okoskodást elolvasni. Bár betonról van szó értelemszerűen minden fajta anyagra, tulajdonságra gondolhatunk.



Először vegyünk egy beton próbakocka vizsgálati eredményeit!

A vizsgálat során tervezett tulajdonságokat egy egy kóddal jelöljük. A számok a kísérlet során tervezett beállításra utalnak.

9 féle tulajdonság hatását terveztük. Ezeket egy egy betűvel jelöljük.

C cementfajta

D adalékanyag maximális szemnagysága

F az adalékanyag szemmegoszlásának (fínomsági modulusának) értékét jelenti.

V a keverővíznek és a cementnek az arányát (v/c) fejezi ki.

P a beton péptartalmát (víz + cement) jelöli.

B a bedolgozás (tömörítés) módját jelöli.

T a beton tárolására utal (vízben, vagy laborlevegőn).

K a beton kora a vizsgálatkor.

N nedvesítés, vagy szárítás a vizsgálat előtt.

Az első kockánál minden beállítás az 1 - es kódot kapta.

Egy betonkockan mert adatok														
Ke- ve- rek	Pro- ba- test	Test- suru- seg kg/m3	Uissz. patt. P	Uissz. patt. N	Ultr. hang seb. m/sec	Szi- lards. N/mm2	C	D	F	U	P	B	T	K N
									k	o	d			
6	1	2200	111	24.3	2926	12.50	1	1	1	1	1	1	1	1

5 féle tulajdonságot mértünk egy egy kockán.

A testsűrűséget, egy P típusú ingakalapáccsal mért visszapattanásértéket, egy N típusú Schmidt-kalapáccsal kapott visszapattanásértéket, az ultrahang betonbeli terjedési sebességét, és a kockaszilárdságot.

Megismételjük a kísérletet, 8 tényező értékét nem változtattuk meg, csak N értéke lett 2. Ezt a kockát közvetlenül a vizsgálat előtt alaposan kiszárítottuk. A testsűrűség éa az ultrahang sebessége csökkent, a visszapattanásértékek és a szilárdság nőtt.

Ket betonkockan mert adatok Ugyanolyan beton, de vizsgálat előtt kiszarítva														
Ke- ve- rek	Pro- ba- test	Test- suru- seg kg/m3	Uissz. patt. P	Uissz. patt. N	Ultr. hang seb. m/sec	Szi- lards. N/mm2	C	D	F	U	P	B	T	K N
									k	o	d			
6	1	2200	111	24.3	2926	12.50	1	1	1	1	1	1	1	1
6	2	2045	117	31.1	2408	18.00	1	1	1	1	1	1	1	2

Tehát egy beállítható tényező minden értéket mehváltoztatott.

Duplázunk! Most azokat a kockákat vettük elő, amelyeknél a T (tárolás módja) változott 1-es kódról 2-re. A többi beállítás nem változott. Az értékek viszont ige. Figyeljük meg, a négy érték eltérései!

Negy betonkockan mert adatok Az előbbi kísérlet ismétlése Megváltozott a tarolás módja														
Ke- ve- rek	Pro- ba- test	Test- suru- seg kg/m3	Uissz. patt. P	Uissz. patt. N	Ultr. hang seb. m/sec	Szi- lards. N/mm2	C	D	F	U	P	B	T	K N
									k	o	d			
6	1	2200	111	24.3	2926	12.50	1	1	1	1	1	1	1	1
6	2	2045	117	31.1	2408	18.00	1	1	1	1	1	1	1	2
6	7	2200	105	24.4	3092	13.50	1	1	1	1	1	1	2	1
6	8	2025	113	20.1	2527	18.75	1	1	1	1	1	1	2	1

Most háromszorozunk. Az előbbi beállítási csomagot még kétszer megvalósítjuk. olymódon, hogy P péptartalmat növeljük meg, beállítva a 2-es és a 3-as szinteket.

12 betonkockan mert adatok Az előbbi kísérlet ismétlése nagyobb peptartalommal														
Ke- ve- rek	Pro- ba- test	Test- suru- seg kg/m3	Uissz. patt. P	Uissz. patt. N	Ultr. hang seb. m/sec	Szi- lards. N/mm2	C	D	F	U	P	B	T	K N
									k	o	d			
6	1	2200	111	24.3	2926	12.50	1	1	1	1	1	1	1	1
6	2	2045	117	31.1	2408	18.00	1	1	1	1	1	1	1	2
6	7	2200	105	24.4	3092	13.50	1	1	1	1	1	1	2	1
6	8	2025	113	20.1	2527	18.75	1	1	1	1	1	1	2	1
7	1	2238	121	26.4	3846	21.75	1	1	1	1	2	1	1	1
7	2	2100	128	35.3	3550	32.50	1	1	1	1	2	1	1	1
7	7	2200	123	30.3	3920	27.13	1	1	1	1	2	1	2	1
7	8	2050	125	34.0	3508	30.40	1	1	1	1	2	1	2	1
8	1	2300	123	29.4	4140	37.50	1	1	1	1	3	1	1	1
8	2	2175	122	37.7	3750	49.25	1	1	1	1	3	1	1	1
8	7	2250	119	31.5	3870	27.75	1	1	1	1	3	1	2	1
8	8	2188	127	39.5	3730	36.28	1	1	1	1	3	1	2	1

Igy már kezdjük teleszórni a tulajdonságok mérőszámát tartalmazó számegyenest. Csak a szilárdságot tekintsük! 12,5 N/mm2 - 49,25 N/mm2 tartomány régen közepesnek, ma inkább alacsony szilárdságú betonnak az értékeit fedi le. Csak 3 tényező hatását mutattam be.

Az eredeti kísérletben összesen 1152 beállítást valósítottunk meg. Ebből több, mint 35000 féle csoportosításban lehet az értékek statisztikai jellemzőit elemezni. Ráadásul a kísérlet idején (1975-ben) még nem használhattam számítógépet a feldolgozáshoz.

A tanulság, néhány tényező megváltozása nagyon megváltoztathatja a beton céltulajdonságát, jelen esetben a kockaszilárdságát.

Ezt az anyagot némileg bővebb formában a minőségellenőrzéssel foglalkozó szakmérnök hallgatókanak mutattam be.